SIEMENS

SINUMERIK 802D sl

操作编程版本
铣削

适用于

控制系统	*软件版本*
SINUMERIK 802D sl	1.2

版本10/2006

安全信息

该手册中包含一些安全信息说明，在操作时必须遵照执行，以确保人身安全，保护产品和连接设备不受损坏。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。根据各自的危险程度不同，共有以下几种类别:



危险

表示如果不采取适当的预防措施，**将**导致死亡或者严重的人身伤害。



警告

表示如果不采取适当的预防措施，将有导致死亡或严重人身伤害的**可能**。



小心

警告三角形表示，如果不采取适当的预防措施将有导致轻微的人身伤害的可能。

小心

警告三角形表示，如果不采取适当的预防措施将有导致轻微的人身伤害的**可能**。

注意

表示如果不采取适当的预防措施，**可能**导致不希望的结果或状态。

如果若干个危险等级同时出现，则必须使用本类别中最高级别的警示事项。如果在某一警示事项中使用警告三角形对人身危险进行警示，则在该警示注意事项中也附加包括了对财产的警示。

合格人员:

附属的仪器/系统仅允许在提供相关技术文献的条件下安装和运行。只有**合格人员**才允许安装和操作仪器/设备。根据本文献的技术安全指南，合格人员是指可以根据安全标准完成仪器、系统和电路的安装、接地和标记的人员。

适用范围:

请注意以下事项:



警告

该设备只能用于在目录或技术文件中所规定的各种场合；并且只有经过西门子的推荐或许可，才可以和其他制造商生产的设备、部件和装置同时使用。为确保产品的安全性和可靠性，必须按要求对产品进行运输、储存和安装，并需要认真的使用和彻底的维护。

注册商标

所有以专利标志®标识的名称均为西门子股份公司的注册商标。本文件中的其他标记也可能是商标，任何第三方擅自使用此类商标将会侵犯注册商标所有人的权利。

免责声明

我们已核对过本手册的内容与所描述的硬件和软件相符。由于差错难以完全避免，我们不能保证完全一致。我们会经常对手册中的数据进行检查，并在后续的编辑中进行必要的更正。

Siemens AG
Automation and Drives
Postfach 4848
90437 NÜRNBERG
DEUTSCHLAND

6FC5398-0CP10-2RA0

前言

SINUMERIK文献

SINUMERIK资料分为3种类型:

- 一般文献
- 制造商文献
- 制造商/维修文献

查询每月更新、各种提供的语言版本的印刷品信息，请访问下列网址:

http://www.siemens.com/motioncontrol

按照菜单项 “Support” （支持）/ “Technical Documents” （技术文献）/ “Overview of Publications” （出版物概览）操作。

DOConCD的互联网版本DOConWEB参见以下网址:

http://www.automation.siemens.com/doconweb

有关提供的培训和FAQ（常见问题解答）的信息参见以下网址:

http://www.siemens.com/motioncontrol 以及 “支持” 菜单项

目标群

该资料供机床制造商使用。印刷品详细描述了制造商所必需的控制系统SINUMERIK 802D sl的开机调试详情。

标准范围

在现有操作说明中对标准范围的功能进行了描述，由机床制造商所作的补充或修改将由机床制造商进行文件记录。

控制系统有可能执行本文献中未描述的某些功能。但是这并不意味着在提供系统时必须带有这些功能，或者为其提供有关的维修服务。

技术支持

技术问题请咨询下列热线:

	欧洲 / 非洲	亚洲 / 澳洲	美洲
电话	+49 180 5050 222	+86 1064 719 990	+1 423 262 2522
传真	+49 180 5050 223	+86 1064 747 474	+1 423 262 2289
网址	http://www.siemens.com/automation/support-request		
电子邮件	mailto:adsupport@siemens.com		

说明

针对各个国家的技术咨询电话请访问下列网址:
http://www.siemens.com/automation/service&support

文件问题

如果您对文献有疑问（建议、订正），请您发送传真或电子邮件至:

传真: +49 9131 98 63315

E-Mail: mailto: docu.motioncontrol@siemens.com

传真表格: 参见本印刷品最后的反馈表。

互联网地址

http://www.siemens.com/sinumerik

EG—致性声明

关于EMV指令的EG一致性声明可以在通过下面的网址找到/获取:

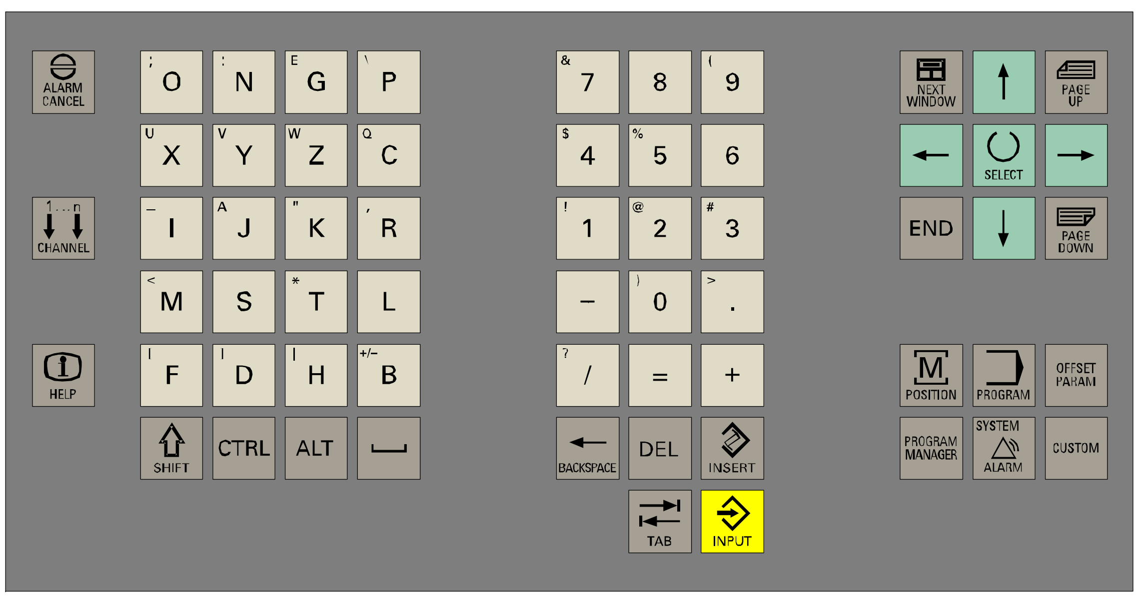
http://www.ad.siemens.de/csinfo

产品/订货号15257461

或者询问Siemens AG的A&D MC业务领域负责的分公司。

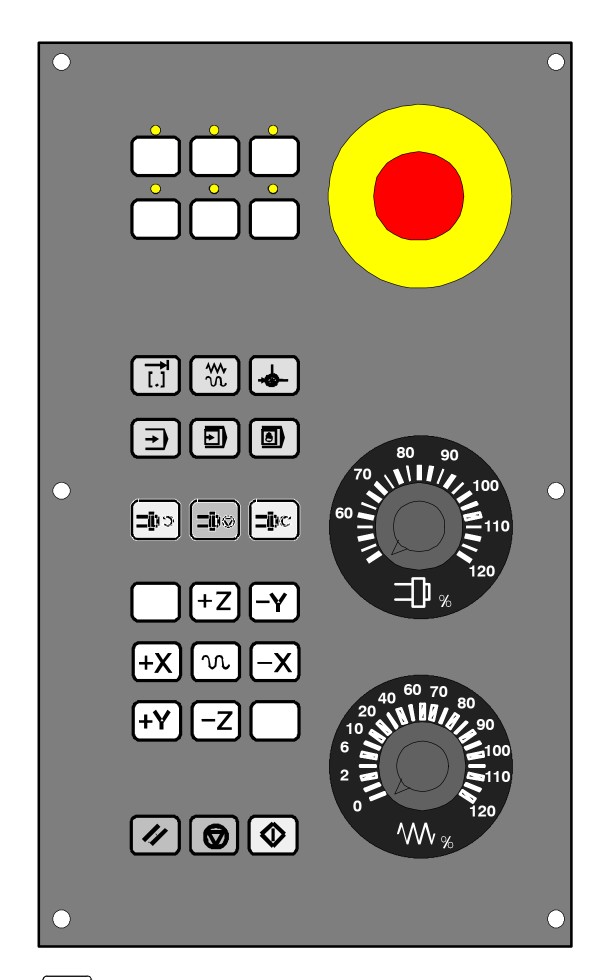
目录

CNC全键盘的键符定义



按键	说明
^	返回键
>	菜单扩展键
ALARM CANCEL	报警应答键
1…n CHANNEL	无功能
HELP	信息键
SHIFT	上档键
CTRL	控制键
ALT	ALT键
␣	空格键
BACKSPACE	删除键（退格键）
DEL	删除键
INSERT	插入键（INSERT）
TAB	制表键
INPUT	回车/输入键
POSITION	加工操作区域键
PROGRAM	程序操作区域键
OFFSET PARAM	参数操作区域键
PROGRAM MANAGER	程序管理操作区域键
SYSTEM ALARM	操作区域“报警”、“系统”键（上档键＋按键）
CUSTOM	
NEXT WINDOW	未使用
PAGE UP / PAGE DOWN	翻页键
↑ ← → ↓	光标键
SELECT	选择/转换键
END	
J (A) / Z (W)	字母键上档键转换对应字符
0 ()) / 9 (()	数字键上档键转换对应字符

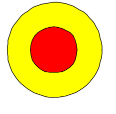
机床控制面板键符定义



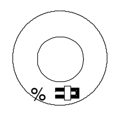
RESET

数控停止

数控启动



紧急停止



Spindle Speed Override
主轴速度修调开关（选件）

带发光二极管的用户定义键

无发光二极管的用户定义键

增量选择（步距）

JOG

参考点

自动方式

单段

手动数据输入

主轴正转

主轴停

主轴反转

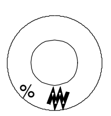
快速运行叠加

+X −X

X 轴

+Z −Z

Z 轴



进给速度修调

引言 1

1.1 屏幕划分

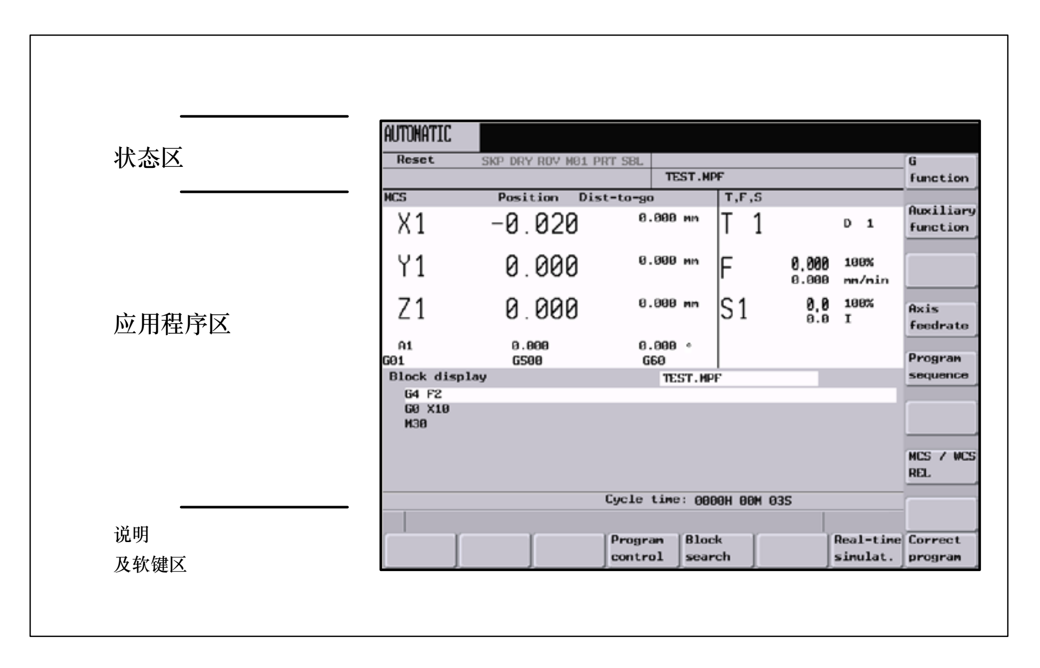


图 1-1 屏幕划分

屏幕可以划分为以下几个区域:

- 状态区
- 应用程序区
- 提示和软键区域

状态区

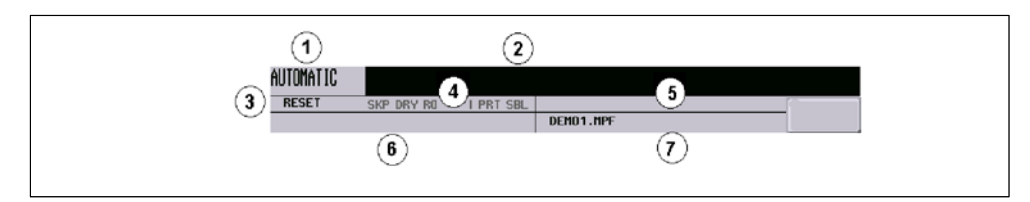


图 1-2 状态区

表 1-1 状态区显示单元的说明

图中元素	显示	含义
①	**当前操作区域，有效方式** 位置 JOG；1 INC、10 INC、100 INC、1000 INC、VAR INC（JOG方式下增量大小） MDA AUTOMATIC 偏移量 程序 程序管理器 系统 报警 G291标记的“外部语言”	
②	**报警信息行** 显示以下内容之一： 1. 报警号和报警文本 2. 信息文本	
③	**程序状态**	
	复位后生效	程序中断/基本状态
	RUN	程序运行
	STOP	程序停止
④	**自动方式下程序控制**	
⑤	**路径**	N: – NC内部“驱动器” D: – CF卡
⑥	**NC信息**	
⑦	**所选择的零件程序（主程序）**	

说明及软键区

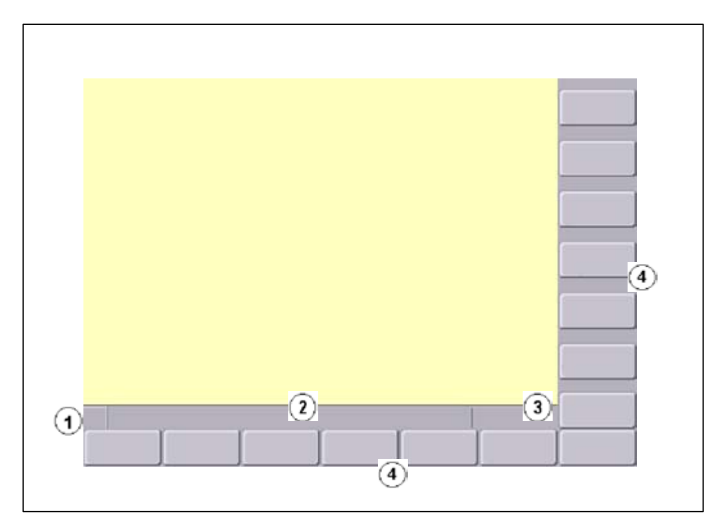


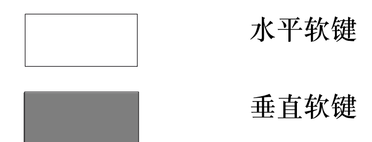
图 1-3　　说明及软键区

表 1-2　　说明及软键区图中元素说明

图中元素	显示	含义
①		**返回键** 按返回键，返回到上一级菜单。
②		**提示行** 显示提示信息
③		**MMC状态信息** **ETC**扩展键可用（按下此键展开水平软键条其它功能） 混合书写方式有效（大小写字符） 数据传输正在进行 链接PLC编程工具有效
④		垂直和水平**软键条**

文档中软键的表示法

为了方便您找到软键，水平和垂直方向的软键用不同底色显示。



水平软键

垂直软键

标准软键

按退出键退出当前正在执行的窗口。



中断输入，关闭该窗口。

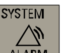
结束输入，进行计算。



输入结束，接收输入的值。

1.2 操作区域

控制系统中的基本功能可以划分为以下几个操作区域:

位置	机床操作
偏移量/参数	输入补偿值和设定数据
程序	生成零件程序
程序管理器	零件程序目录
  系统	诊断和调试
 报警	报警和信息列表

通过按相应的键可以转换到其它操作区域（硬键）。

保护级

在SINUMERIK 802D sl中有一个保护等级方案用来释放数据区。控制系统中已包含保护等级1到3的标准口令。

保护等级1	专家口令
保护等级2	制造商口令
保护等级3	用户口令

这些口令赋予不同的存取权限。

在下面的菜单中，输入和修改数据取决于所设定的保护级:

- 刀具补偿值
- 零点偏移
- 设定数据
- RS232-设定
- 程序编制/程序修正

1.3 输入帮助

1.3.1 计算器



在所有的输入区都可以通过“上档键”和“=”字符起动数值的计算器功能。

用此功能可以进行数据的四则运算，此外还可以进行正弦、余弦、平方和开方等运算。利用括弧功能可对嵌套表达式进行计算。对括弧层数没有限制。

如果输入区已经有一个数值，则该功能接受该数值到计算器的输入行。

按**输入**键，进行计算并显示其结果。

按“**接收**”键，将该结果接收到输入区或者零件程序当前光标所在的位置，然后自动关闭计算器。

说明

如果输入区处于编辑状态，则通过转换键可以恢复到最初状态。

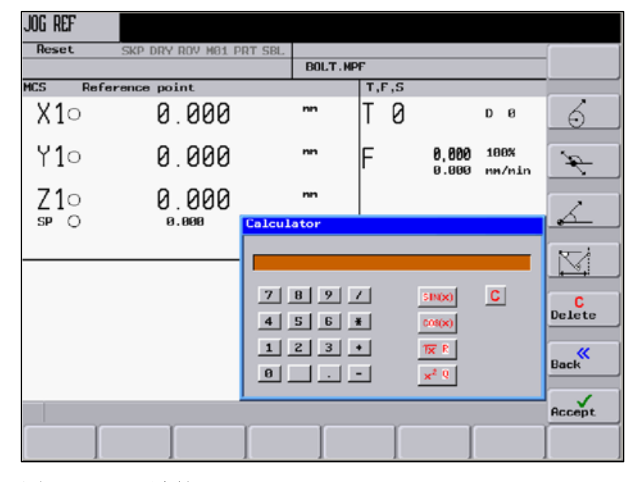


图 1-4 计算器

输入时允许使用的字符:

+, - 基本运算
*, /

S 正弦功能
计算输入光标前的值X（单位：度）的正弦值sin(X)。

O 余弦功能
计算输入光标前的值X（单位：度）的余弦值cos(X)。

Q 平方值
取光标前的X值的平方值

R 平方根值
取光标前的X值的平方根值

( ) 括号功能(X+Y)*Z

计算举例

任务	输入->结果
100 + (67*3)	100+67*3 -> 301
sin(45°)	45 S -> 0.707107
cos(45°)	45 O -> 0.707107
4^2	4 Q -> 16
√4	4 R -> 2
(34+3*2)*10	(34+3*2)*10 -> 400

在计算轮廓上的辅助点时，计算器具有如下功能:

- 在圆弧段和直线之间计算一个切线过渡
- 在一个平面上移动一个点
- 极坐标转换为直角坐标
- 确定与一直线成一定角度的直线段的另一点

1.3.2 校准轮廓段

调用计算器后，便可以使用软键编辑轮廓段。请将轮廓段的值输入相应的输入屏幕窗口。按“接受”进行计算。

软键

该功能用于计算圆周上的一个点。它通过所给出的切线角度，半径和圆弧的旋转方向进行计算。

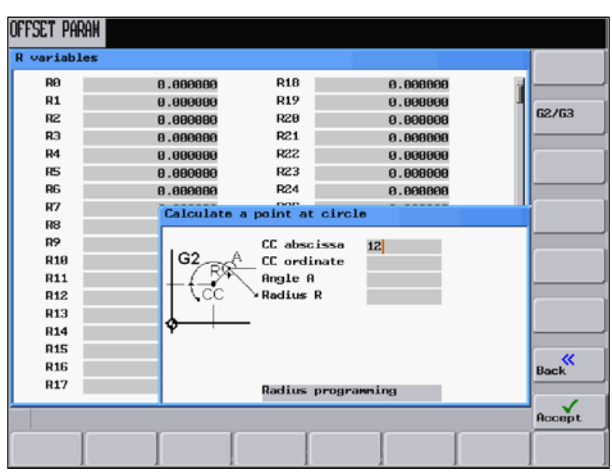


图 1-5

请输入圆心、切线角度和圆弧半径。

G2/G3

利用软键G2/G3可以确定圆弧的旋转方向。

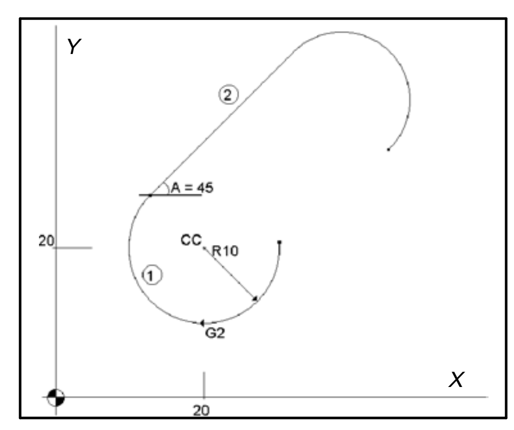
Accept

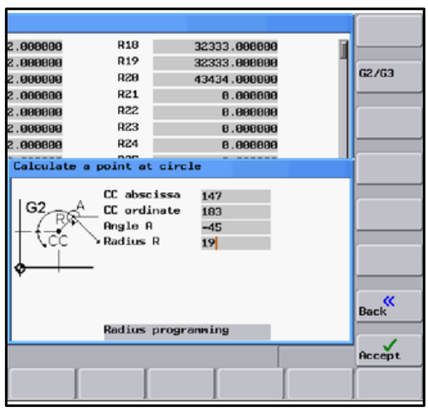
按此键，计算横坐标值和纵坐标值。平面中的第一轴为横坐标，第二轴为纵坐标。把所求得的横坐标值拷贝到调用计算器功能的输入区，然后把纵坐标值拷贝到下一个输入区。如果在零件程序编辑器中调用此功能，则坐标值以所选基准平面坐标轴的名称进行存储。

示例: *如果平面 G17 激活，横坐标为X 轴，纵坐标为Y - 坐标轴。*

举例: *计算圆弧段和 ① 直线间的交叉点 ②。*

已知:
半径: 10
圆心: X 20 Y20
直线的连接角: 45°
旋转方向: G2





结果: *X=12.928*
Y=27.071

利用此功能可以计算平面中一个点的直角坐标，该点与一直线上的一个点（PP）相连。为了计算该点的坐标，各个点之间的距离必须已知，另外，已知直线的倾斜角（A1）和新直线的倾斜角（A2）必须已知。



图 1-6

输入以下的坐标或倾斜角:

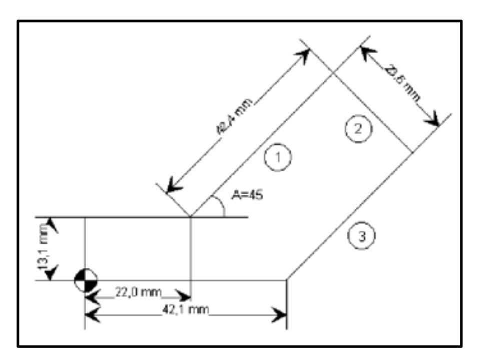
- 已知点（PP）的坐标
- 已知直线的倾斜角（A1）
- 新点到PP的距离 （偏移量）
- 新直线与A1相关的倾斜角（A2）

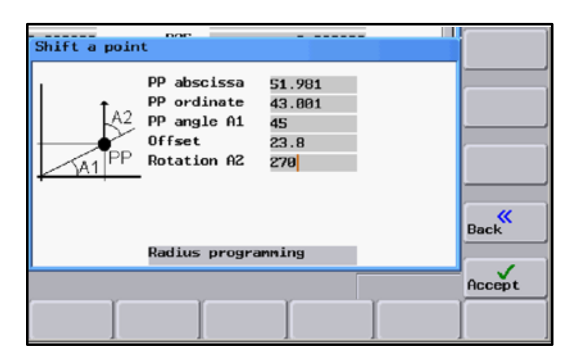
Accept

利用该软键可计算直角坐标，并将结果复制到两个连续的输入栏中。把所求得的横坐标值拷贝到调用计算器功能的输入区，然后把纵坐标值拷贝到下一个输入区。
如果在零件程序编辑器中调用此功能，则坐标值以所选基准平面坐标轴的名称进行存储。

示例

计算直线的终点 ②。该直线在端点处垂直相交 ①（坐标：X = 51.981，Y = 43.081）（参见：“极坐标转换为直角坐标”）。直线的长度已知。





结果： X = 68.668
Y = 26.393



用此功能可以把已知的极坐标转换成直角坐标。

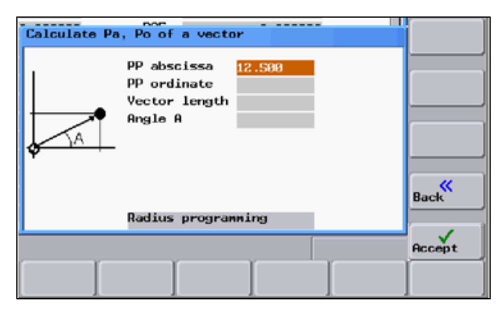


图 1-7

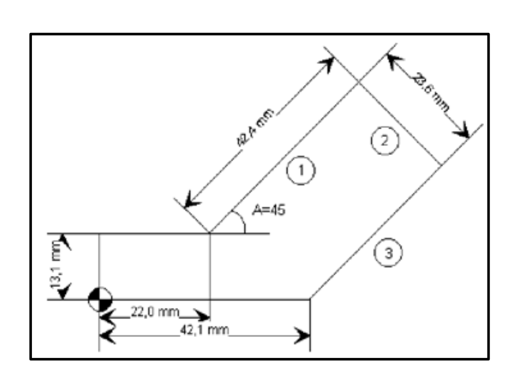
输入基准点，矢量长度和倾斜角。

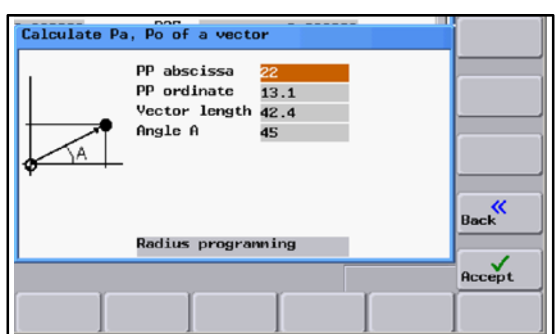


利用该软键可计算直角坐标，并将结果复制到两个连续的输入栏中。把所求得的横坐标值拷贝到调用计算器功能的输入区，然后把纵坐标值拷贝到下一个输入区。
如果在零件程序编辑器中调用此功能，则坐标值以所选基准平面坐标轴的名称进行存储。

示例

计算直线的终点 ①。直线由 A=45° 的角度及其长度确定。





结果: *X =51.981*
Y =43.081

利用此功能可以计算直线-直线轮廓中未知的两条相垂直的直线终点坐标。

已知这些直线的以下值:

直线1: 起始点坐标和倾斜角度

直线2: 长度和直角坐标系中的一个终点

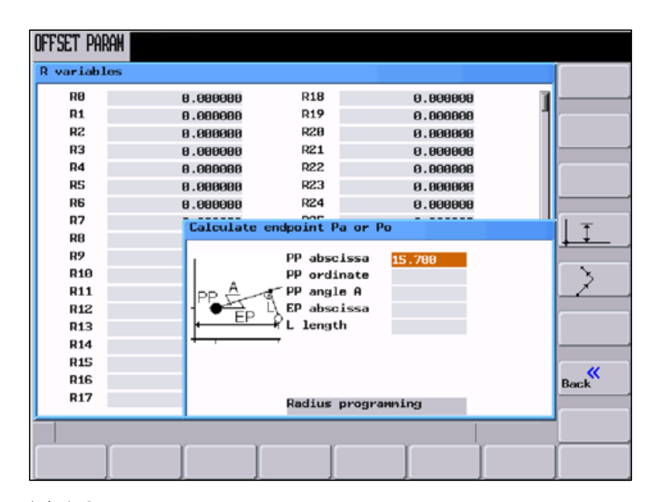
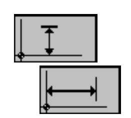
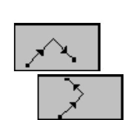


图 1-8



用此键输入终点的已知坐标值。
纵坐标或横坐标值已知。



第二条直线以顺时针或逆时针方向相对于第一条直线旋转90度。

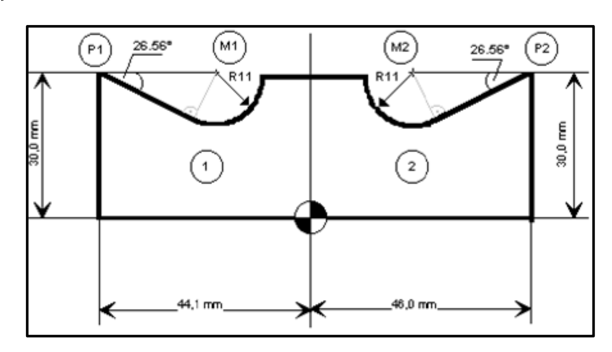
由此可以选择相应的设定。



按此键计算出未知终点的坐标值。把所求得的横坐标值拷贝到调用计算器功能的输入区，然后把纵坐标值拷贝到下一个输入区。

如果在零件程序编辑器中调用此功能，则坐标值以所选基准平面坐标轴的名称进行存储。

示例



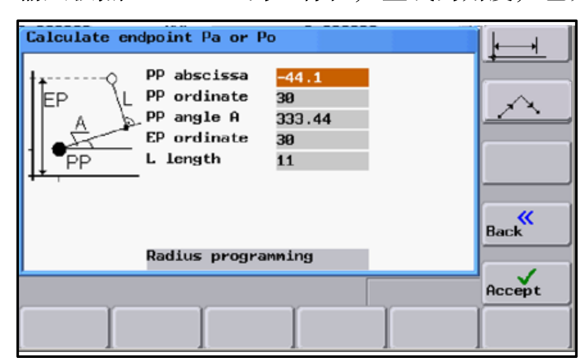
在上图中，为了计算出两个轮廓的交点位置，必须首先计算出圆弧轮廓的圆心坐标。利用计算功能可计算未知的圆心坐标 ，因为半径在切点处垂直于切线。

计算轮廓 1 的圆心坐标 M1：

在此轮廓中半径按逆时针方向旋转。

用软键 和 选择已知的条件。

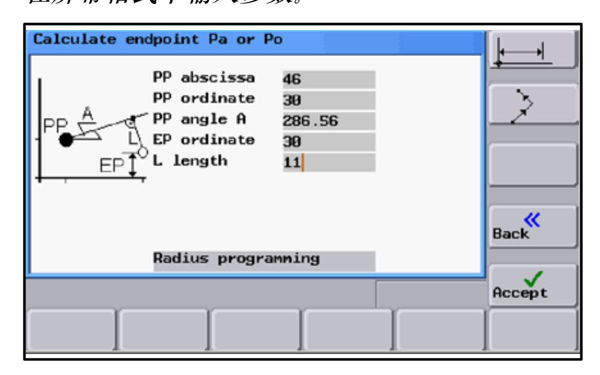
输入极点（PP）P1 的坐标值，直线的角度，已知的纵坐标值和作为长度的半径值。



结果：X = –19.449
Y =30

计算轮廓 2 的圆心坐标 M2:

在此轮廓中半径按顺时针方向旋转。用软键 选择已知的条件。
在屏幕格式中输入参数。



结果: X =21.399
Y =30

1.3.3 编辑中文字符

此功能仅在中文软件版本中生效。

系统提供一种功能，用于在程序编辑器和PLC报警文本中编辑中文字符。在激活该功能之后，在输入区中键入所查询字符的汉语拼音。编辑器根据此发音提供不同的字符，键入数字 1 到 9 可以选择所需的字符。

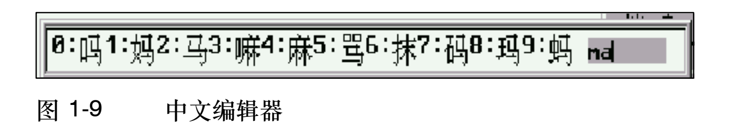


图 1-9 中文编辑器

Alt	S	用于打开/关闭此编辑器

1.3.4 热键

该操作系统使用专门的键指令，用于选择、拷贝、剪切和删除文本。这些功能既适用于零件程序编辑器，也适用于进行输入区操作。

CTRL	C	拷贝
CTRL	B	选择
CTRL	X	剪切
CTRL	V	粘贴
Alt	L	用于转换大小写字母

	L	用于转换大小写字符
Alt	H	帮助系统
或者信息键		

1.3.5 复制和插入文件

在 **“程序管理器”** 区域（章节6）和 **“安装调试文件”** 功能区域（章节7.6），可以用软键 **“拷贝”** 和 **“粘贴”** 把文件或者目录拷贝，并粘贴到另一个目录或者另一个驱动器中。这时， **“拷贝”** 功能将把文件或目录的索引记录到一个列表中，然后利用 **“粘贴”** 功能对该列表进行处理。该功能将执行原先的拷贝功能。

除非执行一个新的拷贝，否则该表一直有效。

注意:
如果选择RS232接口作为数据目标， **“粘贴”** 功能将由 **“发送”** 功能所替代。（用软键 **“接受”** ）读取文件时不必对目标进行说明，因为目标索引的名称已经包含在数据流中。

1.4 该帮助系统

帮助系统通过信息键激活。该系统针对所有重要的操作功能提供相应简要的说明。

帮助系统具有以下的功能:

- 简要显示NC指令
- 循环编程
- 驱动报警说明

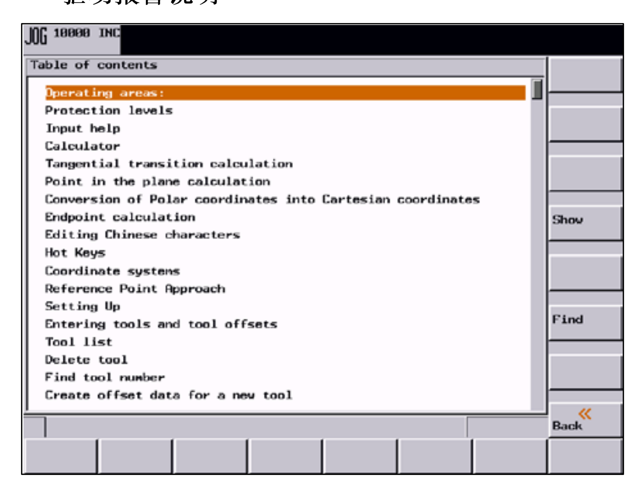


图 1-10　　帮助系统内容目录

显示

此功能显示所查询的主题。

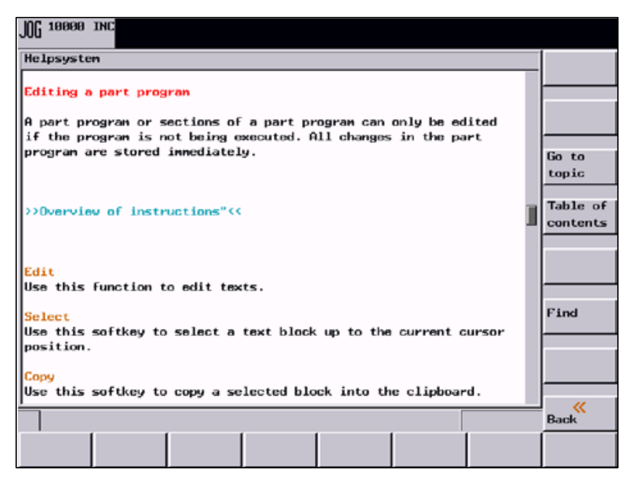


图 1-11　　查询功能说明

进入
主题

利用此功能，可以进行参照。对照功能通过字符 “>>…<<” 表示。只有当应用程序区中显示参照符时，该软键才可见。

返回
主题

选择参照，才会显示该**返回主题**软键。
用此键可以返回到上一个窗口。

搜索

用查询功能可以在目录中查询某关键字。输入该关键字，然后启动查询过程。

程序编辑器中帮助

系统给每个NC指令提供一个说明。你可以把光标移到指令之后，按信息键，可以调出帮助文本。NC指令此时必须是大写。

1.5 网络运行（可选）

说明

网络运行功能仅在SINUMERIK 802D sl pro中可供使用。

控制系统可通过集成的网络适配器联网。有以下可能的连接方式:

- 对等式: 通过使用交叉线在控制系统和PC之间进行直接连接
- 双绞线: 通过使用插线式电缆将控制系统接入一个现有的本地网络。

一个802D专有的传输协议令网络运行能够完全隔离, 且数据传输都经过编码。此外, 该协议可用于传输或结合RCS工具对零件程序进行处理等。

1.5.1 网络连接

前提条件

控制系统通过接口X5与PC或本地网络连接。

输入网络参数

在“系统”的操作区域选择菜单**显示服务 > 控制服务。**

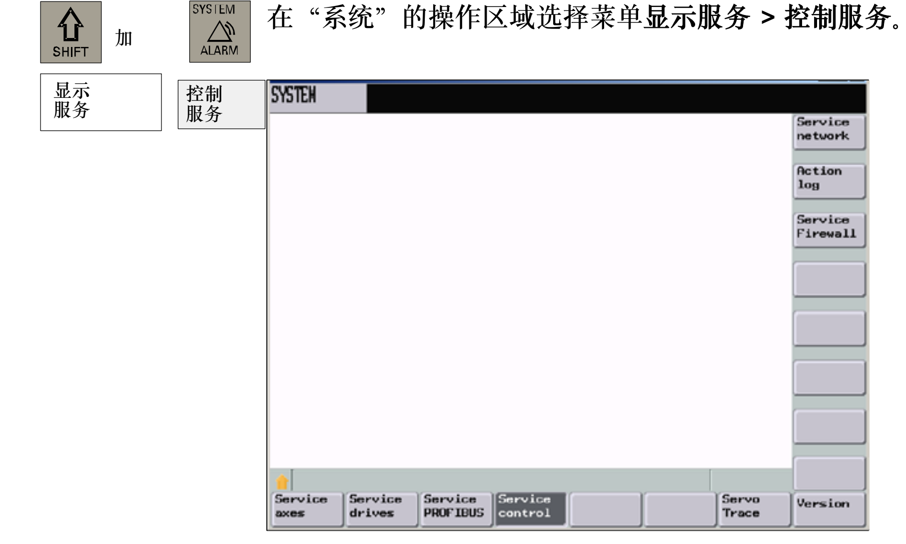


图 1-12

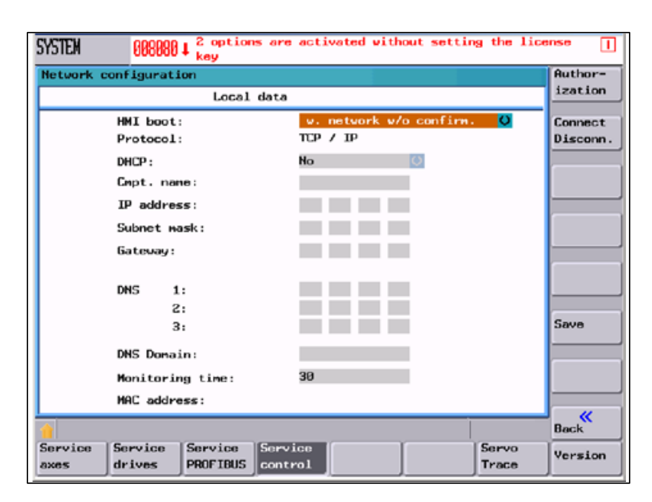


图 1-13

表 1-3 必要的网络参数

参数	说明
DHCP	一种TCP/IP服务协议，它提供主机IP地址的动态租用配置，并将与此相关的配置参数分配给授权的网络客户端。 如果选否，便将对网络地址作固定分配。 如果选是，便将动态分配网络地址。不需要的输入区被隐藏。
组件名	控制系统在网络中的名称
IP地址	控制系统在网络中的地址（例如192.168.1.1）
子网掩码	网络标识（例如255.255.252.0）

释放通信端口



通过防火墙服务软键可以关闭或释放通信端口。

为了尽可能保证最高的安全性，所有不需要的端口都应保持关闭。

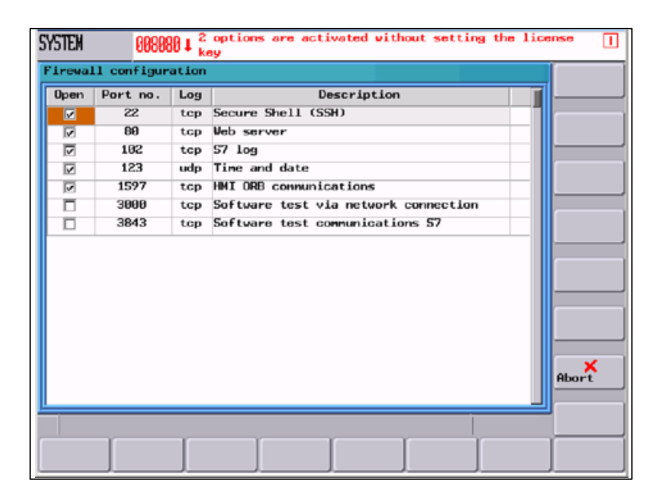


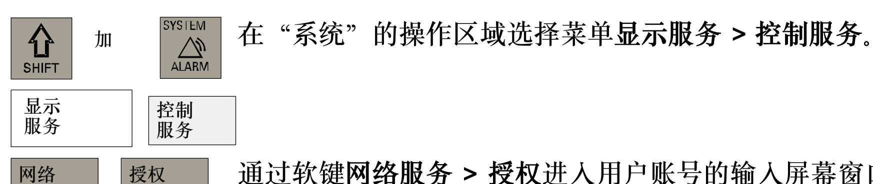
图 1-14

RCS网络需要端口80和1597进行通信。

要改变端口状态，可用光标选择相应的端口。按下输入按钮即可改变端口状态。

打开的端口将在检查框中以打勾表示。

1.5.2 用户管理



在“系统”的操作区域选择菜单**显示服务 > 控制服务**。

通过软键**网络服务 > 授权**进入用户账号的输入屏幕窗口。

用户账号用于存储用户的个人设置。要建立新的账号，可在输入区中输入用户名和登录密码。

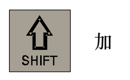
软键功能**创建**将在用户管理中加入一个新的用户。



图 1-15

软键功能**删除**将从用户管理中删除所选中的用户。

1.5.3 用户登录RCS登录



加




在“系统”操作区域选择软键**RCS登录**。
用户登录的输入屏幕窗口将被打开。

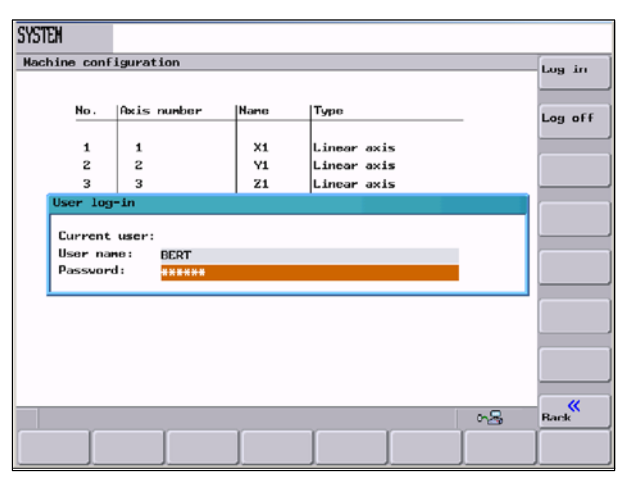


图 1-16 用户登录

登录

在相应的输入区中输入用户名及密码，并用软键**登录确认输入**。

在成功登录后，用户名将显示在**当前用户**一行中。

软键功能**返回**将关闭对话框。

说明

该登录过程同时用于远程连接的用户识别。

注销

按下软键**注销**。当前用户退出，用户专有的设置被存储，所有给予的许可均被删除。

1.5.4 用网络连接进行工作

在供货状态下，对控制系统的远程访问（从一台PC或网络对控制系统进行访问）被禁用。

在本地用户登录后，将在**RCS**工具中有以下功能可供使用:

- 开机调试功能
- 数据传输（传输零件程序）
- 控制系统的遥控操作

如果允许访问文件系统中的一部分，就需要预先释放相应的目录。

提示:

通过目录释放，便可以令一个网络用户访问控制系统的文件。根据释放选项，用户可以修改或删除数据。

1.5.5 释放目录

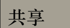
利用这项功能，可以确定远程用户对控制系统中文件系统的访问权限。



在**程序管理器**中选择所要释放的目录。



请按**更多...**



软键**共享**将打开释放所选目录的输入屏幕窗口。

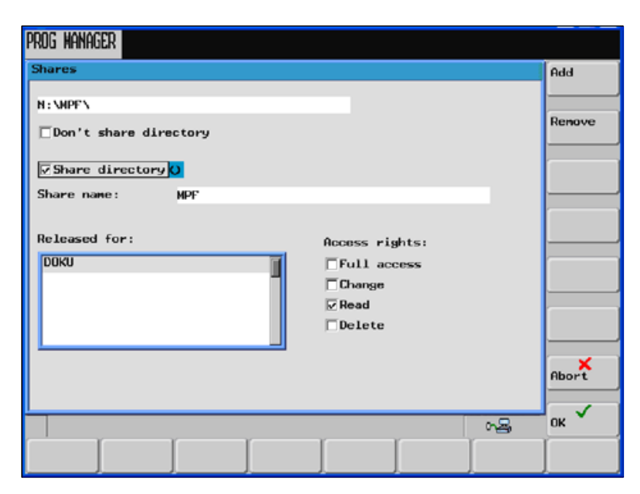
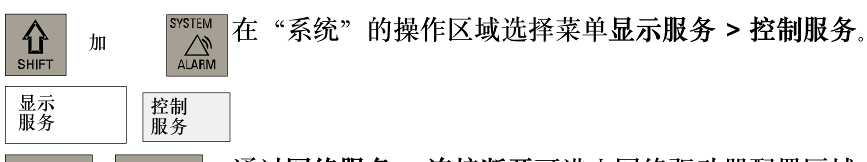


图 1-17 目录的释放状态

- 为所选的目录选择释放状态:
  - **不共享目录** 目录将不被释放
  - **共享目录** 目录将被释放，必须输入一个释放名称。
- 在输入区**共享名**中应输入一个名称，被授权的用户可通过该名称访问该目录的文件。
- 确定用户权限（**访问权限**）。
  - **完全访问** 用户有完全访问权
  - **更改** 用户允许作更改
  - **读取** 用户允许读取
  - **删除** 用户允许删除
- 最后应在用户列表中选出用户。通过TAB键切换到用户列表。

软键**OK**将设定所调整的属性。已释放的目录如同Windows中一样，用“手”作为标识。

1.5.6 连接 和断开网络驱动器



在“系统”的操作区域选择菜单**显示服务 > 控制服务**。

通过**网络服务 > 连接断开**可进入网络驱动器配置区域。

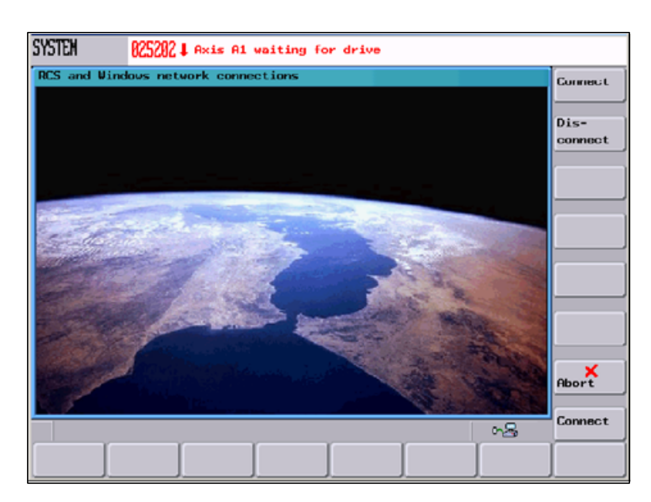


图 1-18

连接网络驱动器

连接

功能**连接**给一个网络驱动器分配一个本地驱动器字母。

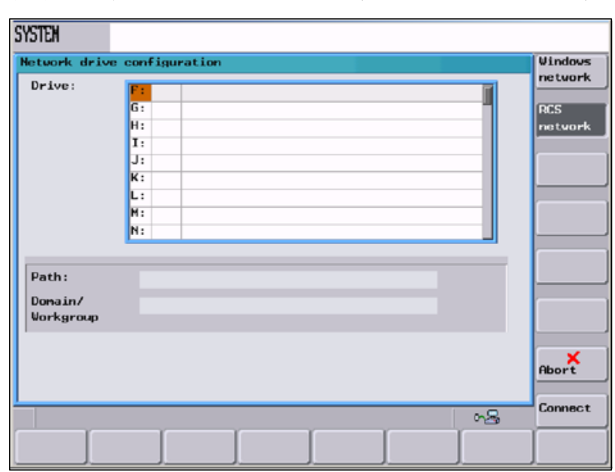


图 1-19　　网络驱动器配置

将光标置于一个空闲的驱动器字母处，并用TAB键切换到输入区**路径**。在这个输入区中，应填入服务器的IP地址和释放名称。

示例:　　\\192.4.5.23\TEST\

软键功能**连接**将驱动器字母分配给服务器连接。

断开网络驱动器

断开

功能**断开**将取消现有的网络连接。

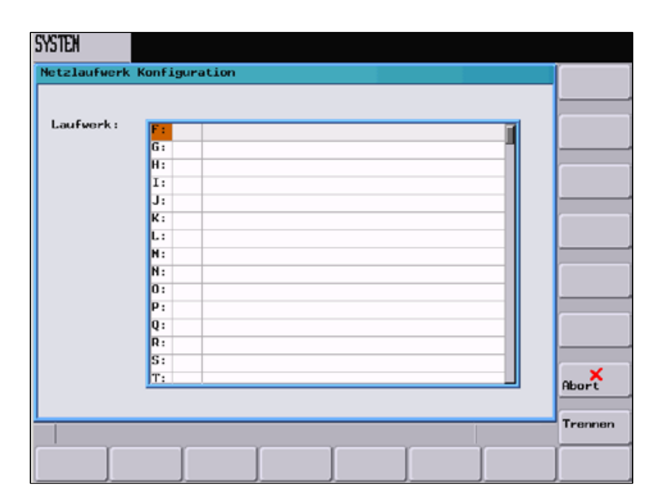


图 1-20

将光标置于相应的驱动器字母处，并按下软键**断开**。网络驱动器被断开。

1.6 RCS工具

使用RCS工具（远程控制系统）可以为PC/PG提供一个浏览器工具，它可以支持日常的SINUMERIK 802D sl操作工作。

控制系统与PC/PG之间的连接既可以通过RS232电缆也可以通过本地网络（可选）实现。

注意

只有在录入许可证钥匙RCS 802后，您才能得到RCS工具的完整功能。
使用该钥匙可以通过本地网络（只适用于SINUMERIK 802D sl pro）建立与控制系统的连接，此外还能因此而使用遥控功能。
没有许可证钥匙，只可以通过控制系统访问本地目录（PC/PG上）。

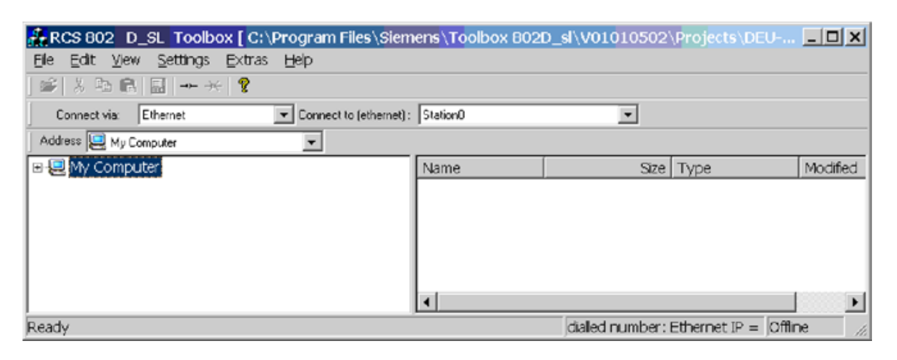


图 1-21 RCS工具的浏览器窗口

在起动后，您处于离线模式下。这就表示，您只能管理您的PC中的文件。在线模式下还另外提供有目录Control 802，通过它可以与控制器进行文件交换。此外，还有一个遥控功能可进行过程观察。

说明

在RCS工具中提供有详细的在线帮助。其他的操作步骤，比如：建立连接、项目管理等，请从帮助中查取。

1.7 坐标系

机床中使用右旋直角坐标系。机床中的运动是指刀具和工件之间的相对运动。

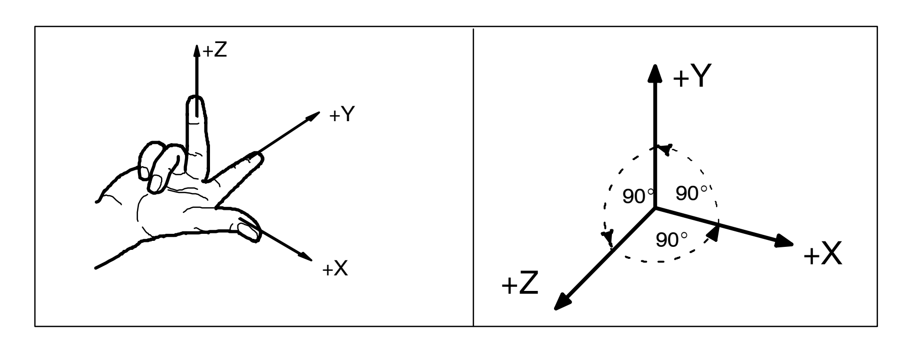


图 1-22 确定直角坐标系的轴方向

机床坐标系（MCS）

该坐标系在机床上的位置取决于相应的机床型号。它可以旋转到不同的位置。

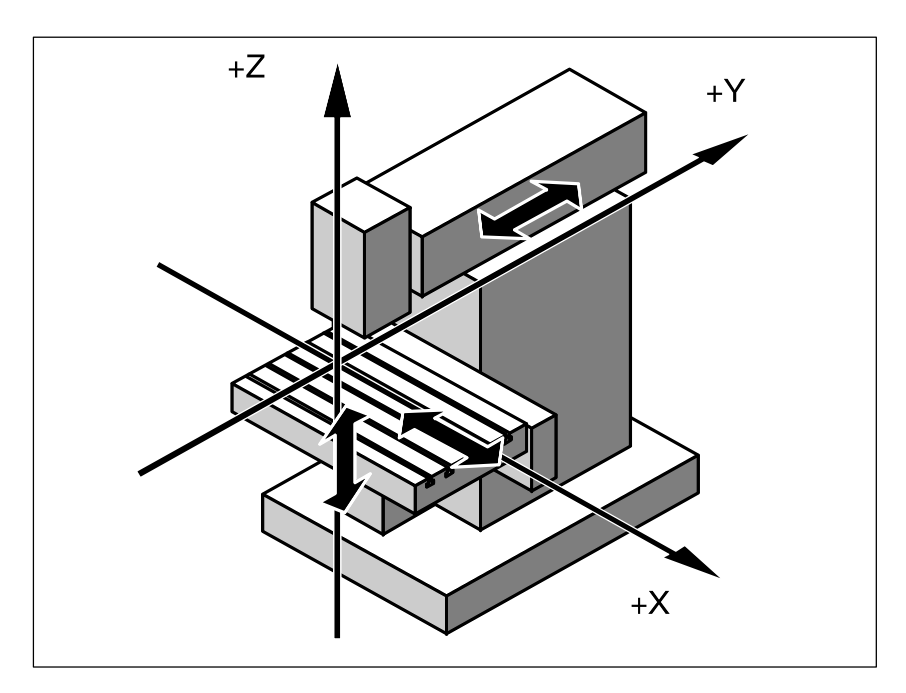


图 1-23 铣床中机床坐标系/加工轴

该坐标系的原点为**机床零点**。
它也是所有坐标轴的零点位置。该点仅作为基准点，由机床生产厂家确定。机床开机后不需要回原点运行。

加工轴可以在坐标系负值区域内运行。

工件坐标系（WCS）

本节一开始所说明的坐标系（参见图 1-22）也可以在编程工件时描述工件的几何位置。
工件零点可以由编程人员自由选取。编程人员不必了解机床的实际运动情况：是工件运动还是刀具运动。这在不同的坐标轴上可以不一样。始终如此确定方向，好像工件静止，而刀具却在移动。

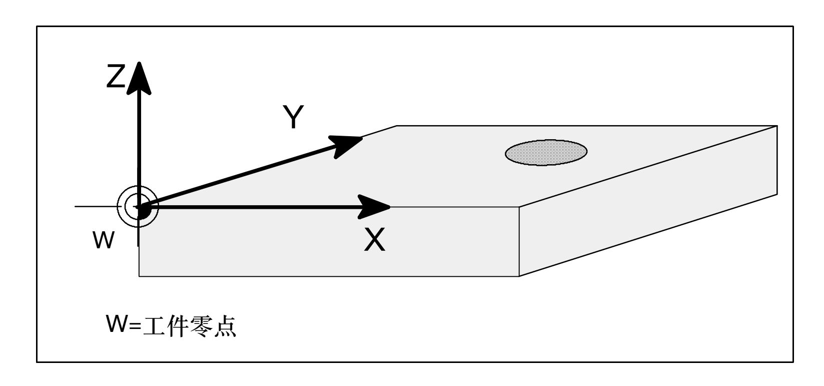


图 1-24　　工件坐标系

相对坐标系

除了机床坐标系和工件坐标系之外，该系统还提供一套相对坐标系。使用此坐标系可以自由设定参考点，并且对激活的工件坐标系没有影响。屏幕上所显示的轴运动均相对于这些基准点而言。

工件装夹

加工工件时工件必须夹紧在机床上。同时，在工件校准时必须令工件坐标系的轴与机床坐标系的轴平行。由此产生了机床零点与工件零点在各个坐标轴上的偏移，该值作为**可设定的零点偏移**输入到给定的数据区。当NC程序运行时，可以用已编程的指令**G54**激活此偏移量（参见章节“工件夹装 - 可设定的零点偏移”）。

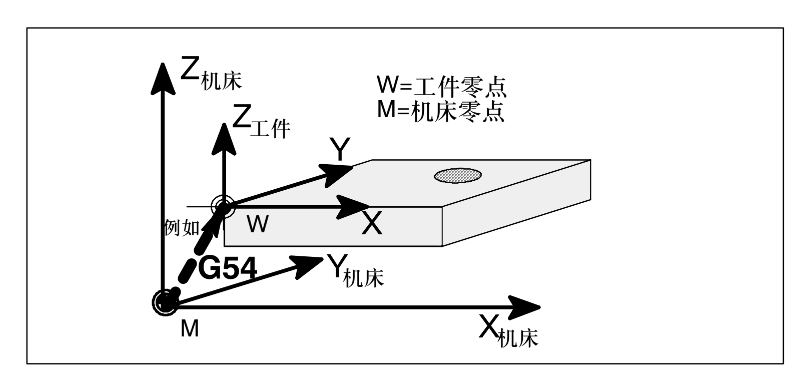


图 1-25　　工件在机床上

当前工件坐标系

利用可编程零点偏置TRANS，可以生成一个相对于工件坐标系的偏移量。这时，将产生当前工件坐标系（参见章节“可编程零点偏移：TRANS”）。

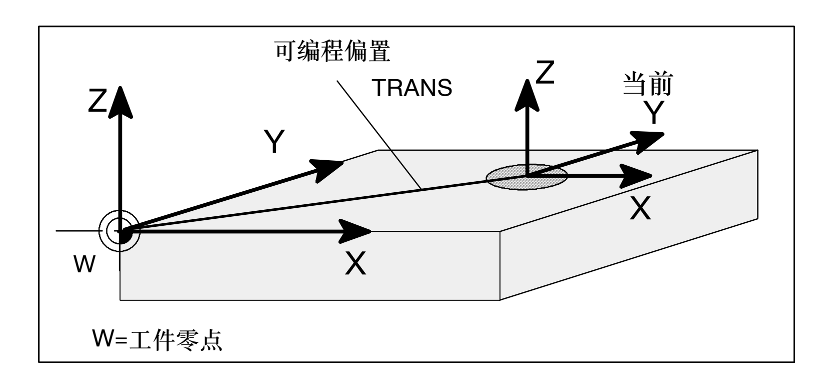


图 1-26　　当前工件坐标系的工件坐标

开机和回参考点 2

说明

在给SINUMERIK 802D sl和机床通电以后，必须参照机床操作文献，因为“开机和回参考点”这一功能与机床有着十分重要的关系。

该手册中所有的描述是以标准机床控制面板802D MCP为依据的。用户若是使用了其它的机床控制面板，则操作有可能与此描述不完全一样。

操作步骤

第一步，接通CNC和机床电源。系统启动以后进入加工操作区**Jog运行方式回参考点**。

出现 *“回参考点”* 窗口。

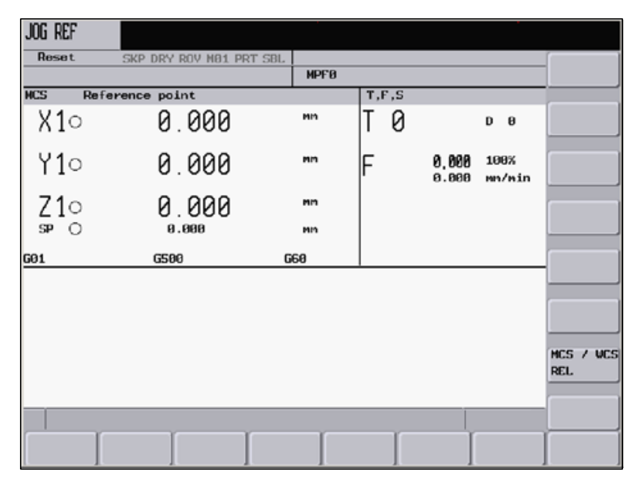


图2-1　　JOG方式回参考点基本画面

用机床控制面板上**回参考点**键启动“回参考点”。

在回参考点窗口中（图2-1）显示该坐标轴是否有一个参考点。

○　坐标轴必须有参考点

◐　坐标轴已经到达参考点

+X ... -Z

按坐标轴方向键。

如果选择了错误的回参考点方向，则不会产生运动。

给每个坐标轴逐一回参考点。
通过选择另一种运行方式（如**MDA**、**AUTO**或**JOG**）可以结束该功能。

说明

“回参考点”只有在**Jog回参考点**运行方式下才可以进行。

参数设定

3

前言

在CNC进行工作之前，必须通过参数的输入和修改对机床、刀具等进行调整:

- 输入刀具参数及刀具补偿参数
- 输入/修改零点偏移
- 输入设定数据

3.1 输入刀具参数及刀具补偿参数

功能

刀具补偿值包括刀具几何参数、磨损量参数和刀具型号参数。
不同类型的刀具均有一个确定的参数数量。每个刀具有一个刀具号（T号）。

参见章节8.6“刀具和刀具补偿”。

操作步骤



刀具
列表

打开刀具补偿参数窗口，显示所使用的刀具清单。可以通过光标键和“上一页”、“下一页”键选出所要求的刀具。

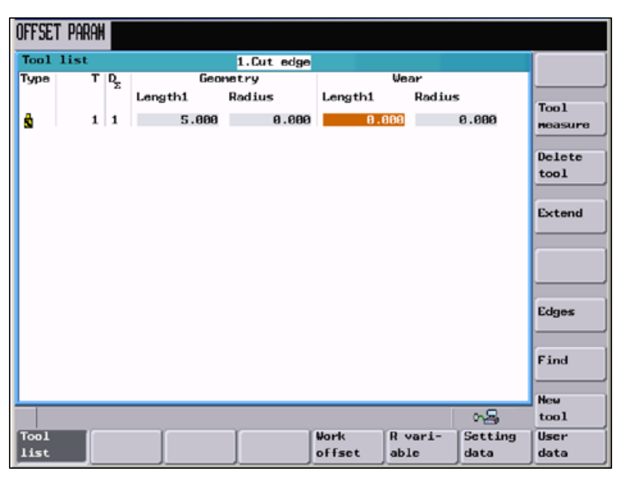
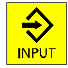


图 3-1

通过以下步骤输入补偿参数:

- 在输入区定位光标
- 输入数值



按**输入键**确认或者移动光标。

对于一些特殊刀具可以使用 扩展键 ，填入全套参数。

软键

测量刀具 定义刀具补偿数据（仅在**Jog**运行方式下有效！）

手动测量 手动定义刀具补偿数据。

自动测量 半自动定义刀具补偿数据（只适用于感应测量头）。

校准探针 校准测量探头。

删除刀具 删除刀具所有刀沿的刀具补偿参数。

扩展键 按此键显示刀具的所有参数。



图 3-2 特殊刀具的输入屏幕格式

参数含义在章节“编程”中描述。

切削沿 按此键打开一个子菜单，提供所有的功能，用于建立和显示其它的刀沿。

D >> 选择下一级较高的刀沿号。

<< D 选择下一级较低的刀沿号

新刀沿 建立一个新的刀沿

复位刀沿 刀沿的所有补偿值均复位为零。

改变类型 使用此功能改变刀具类型。使用相应的软键选择刀具类型。

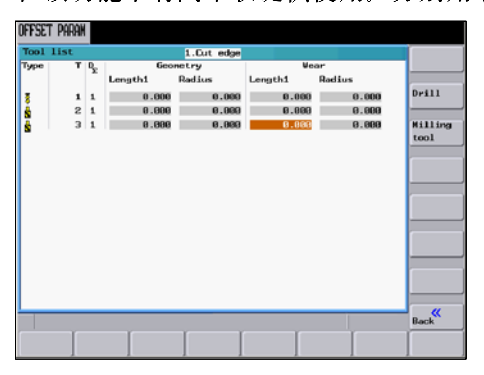
搜索 查找刀具号
输入待查找的刀具号，按软键**确认**执行查找过程。如果所查找的刀具存在，则光标会自动移动到相应的行。

新刀具 使用此键建立一个新刀具的刀具补偿。

3.1.1 建立新刀具

操作步骤

新刀具 在该功能下有两个软键供使用。分别用于选择刀具类型，填入需要的刀具号。



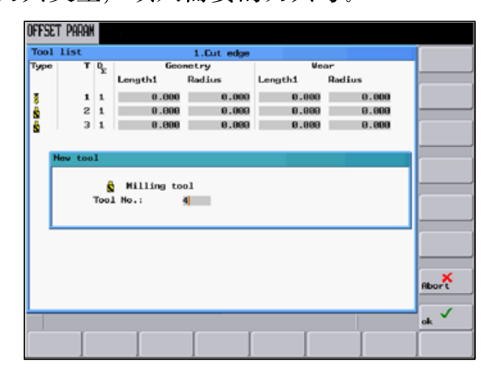



图 3-3 *新刀具窗口* 输入刀具编号

确认 按“**确认**”键确认输入。在刀具列表中自动生成数据组零。

3.1.2 确定刀具补偿值（手动）

功能

利用此功能可以计算刀具T未知的几何长度。

前提条件

换入该刀具。用刀具的**刀沿在Jog**运行方式下接近机床上**机床坐标值**已知的某一点。这可能是一个已知位置的工件。

过程

输入参考点坐标X0，Y0或者Z0。

注意： 铣刀要计算长度1和半径，钻孔刀具则仅须计算长度1。

利用F点（机床坐标）和参考点的实际位置，系统可以在所预选的坐标轴方向计算出刀具补偿值长度1或刀具半径。

说明： 可以使用一个已经计算出的零点偏移（比如G54值）作为已知的机床坐标。在这种情况下，可以使刀沿运行到工件零点。如果刀沿直接位于工件零点，则偏移值为零。

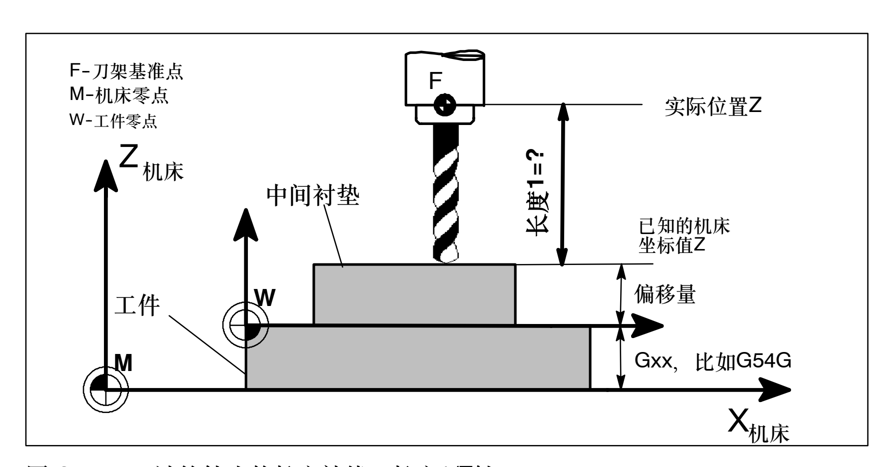


图 3-4 计算钻头的长度补偿：长度1/Z轴

操作步骤

测量刀具

请在运行方式**Jog**下选择软键**测量刀具**显示。按此软键打开*补偿值*窗口。自动进入加工操作区。

手动测量

按此软键打开*补偿值* 窗口。

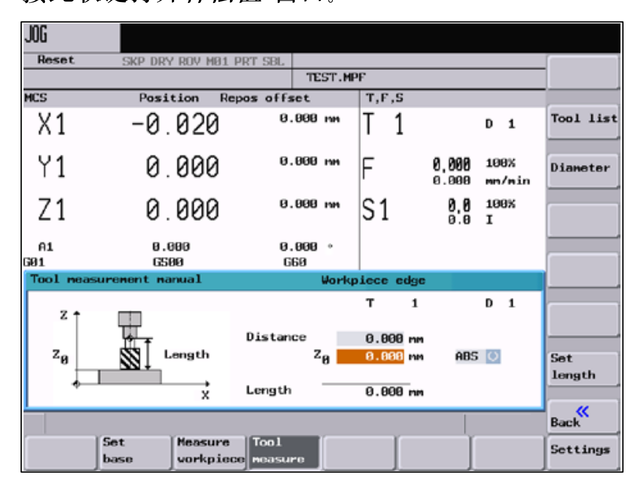


图 3-5　　“补偿值；长度测量”窗口

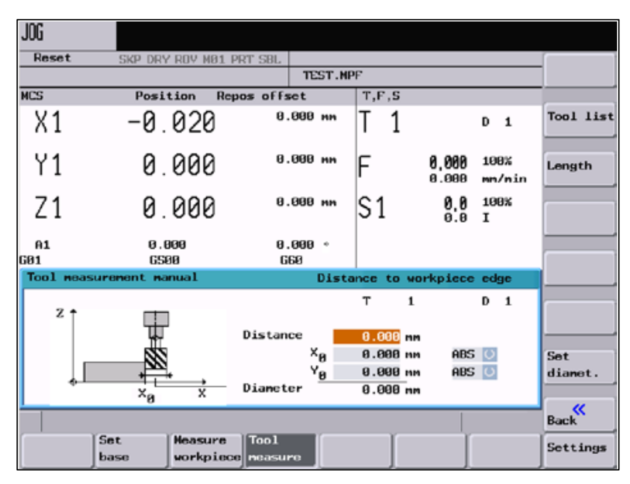


图 3-6　　“补偿值，刀具直径测量”窗口

- 在X0、Y0或者Z0处登记一个刀具当前所在位置的数值。该值可以是当前的机床坐标值，也可以是一个零点偏移值。如果使用了其它数值，则补偿值以此位置为准。
- 按软键“**设置长度**”或者“**设置直径**”，系统根据所选择的坐标轴计算出它们相应的几何长度1或直径。所计算出的补偿值被存储。
- 如果在刀具和工件之间装有间隔物，可以在间隔区输入它的厚度。

3.1.3 用测量探头测定刀具补偿值

操作步骤

测量 刀具 | 自动测量

打开*刀具测量*窗口。

打开屏幕后，在相应的输入区域出现当前有效的刀具，并且显示所需测量的加工平面。

此设定值可以在**设置-测量头数据**（章节3.1.4）屏幕中修改。

说明

创建测量程序时，需使用“设定”屏中的“安全间隙”参数和“测量头数据”屏中的进给率。

如果几个轴同时移动，不能计算测量头位置。

测量刀具长度

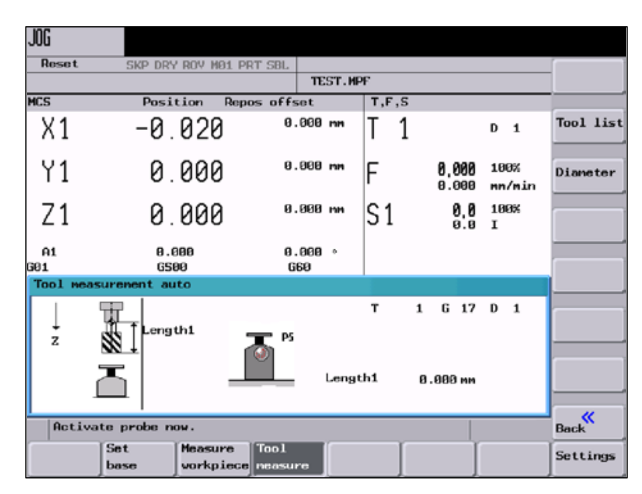


图 3-7　　“补偿值；长度测量”窗口

将进给轴移至感应测量头。

在出现“测量探头释放”之后，松开方向键，然后等待测量过程结束。在自动测量过程中，在动画中显示一个测量表，表示测量过程正在进行。

测量刀具直径

主轴旋转时才可以计算刀具的直径。因此，应在“**测量头数据**”屏中输入主轴速度和旋转方向。

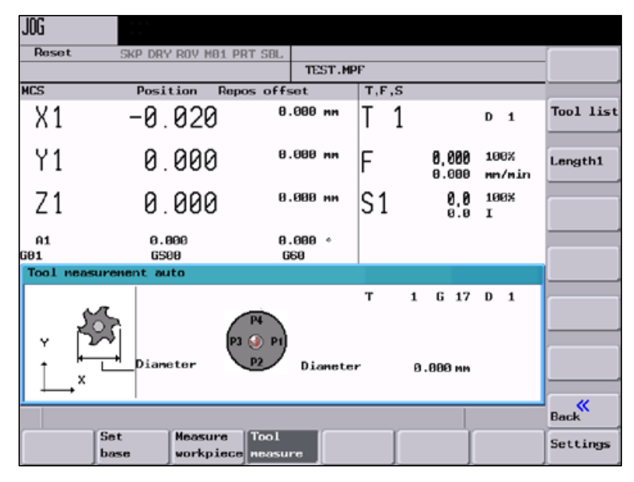


图 3-8 “补偿值，直径测量”窗口

将加工平面中的任意轴移至感应测量头。根据所选择的进给轴，移动点P1或P3或P2或P4。

在出现“测量探头释放” 之后，松开方向键，然后等待测量过程结束。在自动测量过程中，在动画中显示一个测量表 ，表示测量过程正在进行。



警告

主轴将以“测量头数据”中定义的速度旋转。

3.1.4 测量探头设定

设置 探头数据

以下屏幕用来储存测量头的坐标和设置自动测量过程中使用的以下参数:

- 测量头平面
- 轴进给
- 主轴速度和旋转方向
  主轴的旋转方向必须和刀具的切削方向相反。

所有的位置值参照机床坐标系。

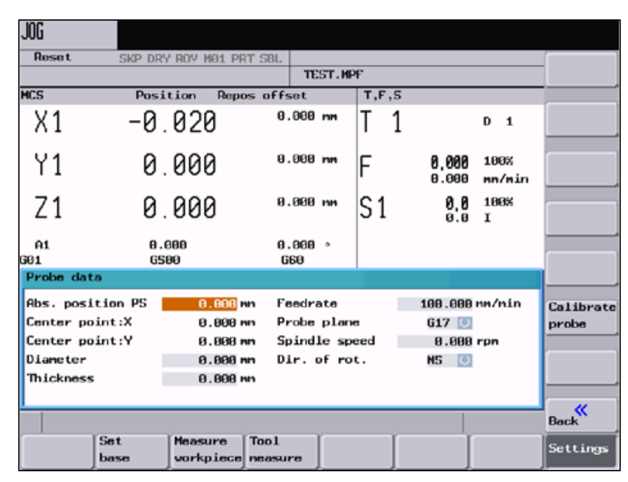


图 3-9　　“测量探头数据”输入屏幕

表 3-1　　输入栏的含义

参数	含义
绝对位置P5	测量探头在Z方向的绝对位置
中心点: X 中心点: Y	计算出的测量头的中心点（机床坐标）
直径	测量头圆盘的直径（校准后显示计算的直径）
厚度	测量头圆盘的厚度

测量探头校准

校准探头

可以在“**设定**”菜单或“**测量刀具**”菜单中校准测量头。



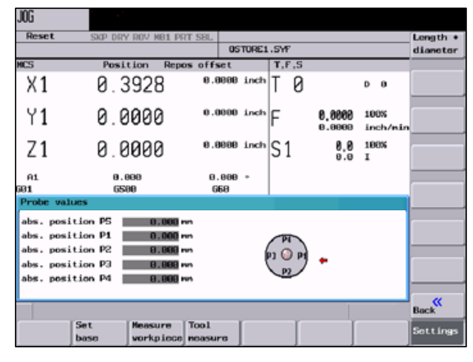


图 3-10　　校准测量探头（长度）　　（直径）

打开屏幕格式后，在测量探头的当前位置旁会显示一个动态画面，通过此动态画面使有待执行的步骤形象化。必须使用相应的轴返回到该点。如果感应测量头激活，控制系统将控制测量过程，先更换到AUTOMATIC模式，激活测量程序，然后自动运行。操作者可以短时间看到轴的反向运动。

进行测量时，会显示一个测量钟 ，表示NC有效。

测量程序中的位置用来计算实际的测量头位置。

说明

创建测量程序时，需使用“**设定**”屏中的“安全间距”参数和“**测量探头数据**”屏中的进给率。

3.2 输入/修改零点偏移

功能

在回参考点之后实际值存储器以及实际值的显示均以机床零点 为基准。而工件的加工程序则以工件零点为基准。这之间的差值就作为可设定的零点偏移输入。

操作步骤



零点偏移

通过按“**参数偏移**”键和“**零点偏移**”软键可以选择零点偏移。

屏幕上显示出可设定零点偏移的情况。包括已编程的零点偏移，有效的比例系数，状态显示“镜相有效”以及所有的零点偏移。

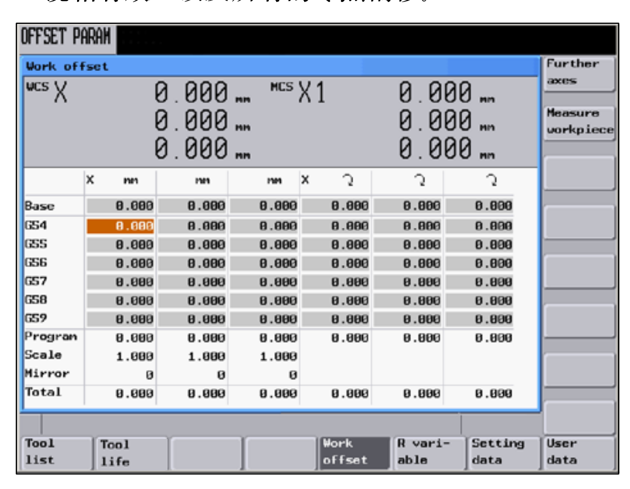
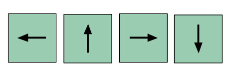
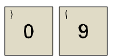


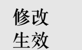
图 3-11 零点偏移窗口



把光标移到待修改的输入区



输入数值。通过移动光标或者使用**输入**键输入零点偏移的大小。



刀沿的补偿值立即生效。

3.2.1 计算零点偏移

前提条件

选择零点偏移（比如G54）窗口，确定待求零点偏移的坐标轴。

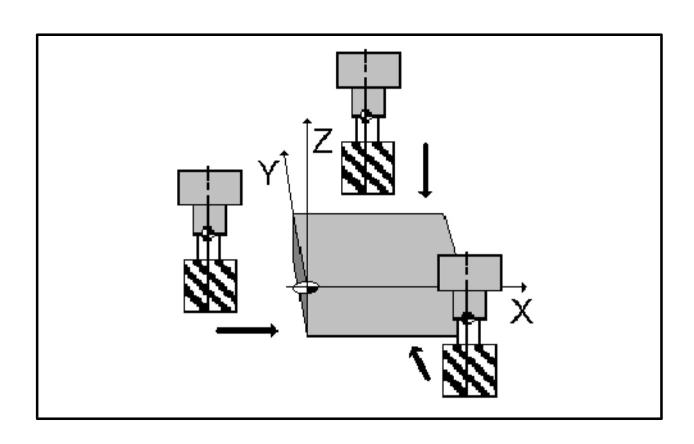


图 3-12 计算零点偏移值

操作步骤

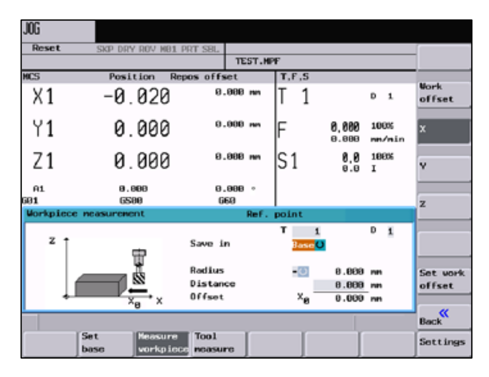
测量工件

按软键“**测量工件**”。控制系统转换到“加工”操作区，出现对话框用于测量零点偏移。所选择的坐标轴以背景为黑色的软键显示。

移动刀具，使其与工件相接触。

如果刀具不可能触接到工件边沿，或者刀具无法到达所要求的点（比如使用了一个垫块），则在填参数“**间隔**”时必须要输入刀具与工件表面之间的距离。

如果刀具已激活，在计算零点偏移时，必须要考虑刀具移动的方向。如果没有刀具激活时，“**半径**”一栏则隐含。



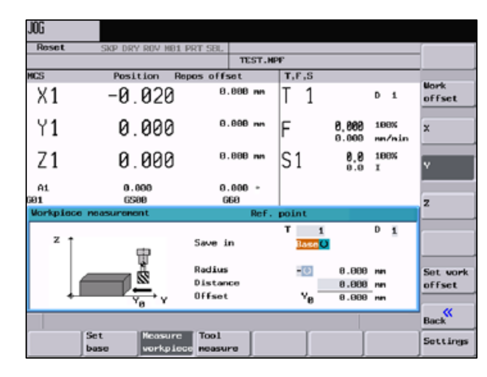


图 3-13 *X方向零点偏移* 界面*Y方向零点偏移*

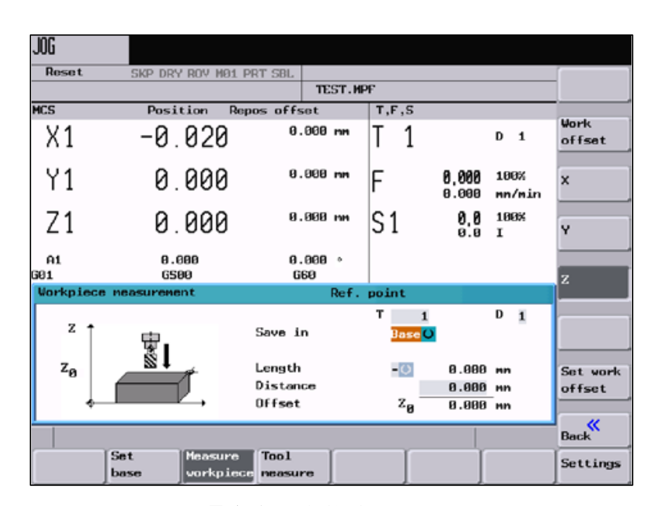


图 3-14 界面Z方向零点偏移

设置偏移值

按此软键计算零点偏移，结果显示在零点偏移栏。

3.3 编程设定数据 - “参数”操作区

功能

利用设定数据可以设定运行状态。需要时可以修改这些参数。

操作步骤



设定
数据

通过按**偏移值/参数**键和**设定数据**键选择*设定数据*。

在按下“**设定数据**”键后进入下一级菜单，在此菜单中可以对系统的各个选件进行设定。

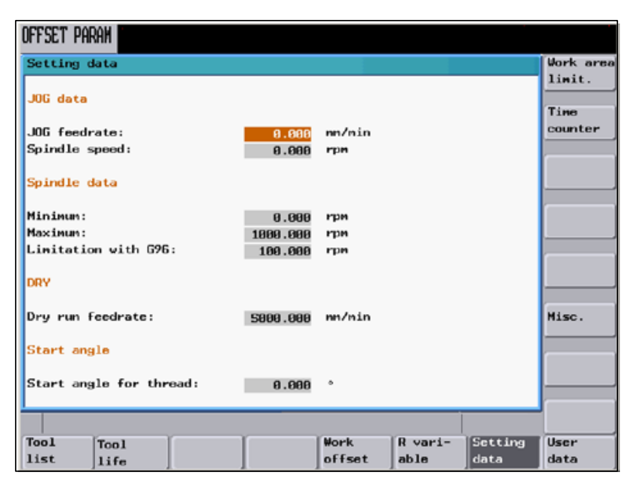


图 3-15 *“设定数据”* 基本画面

JOG进给率

在JOG状态下的进给率
如果该进给率为零，则系统使用机床数据中存储的数值。

主轴

主轴转速

最小值/最大值

对主轴转速的限制（G26最大/G25最小）只可以在机床数据所规定的极限范围内进行。

可编程主轴极限值

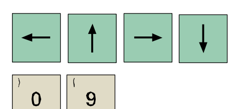
在恒定切削速度（G96）时可编程的最大速度（LIMS）。

空运行进给率（DRY）

在自动方式中若选择空运行进给功能，则程序不按编程的进给率执行，而是执行在此输入的进给率。

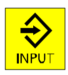
螺纹切削开始角（SF）

在加工螺纹时主轴有一起始位置作为开始角。当重复进行该加工过程时，就可以通过改变此开始角切削多头螺纹。



0 9

把光标移到所要求的输入区并输入数值。



按**输入**键或者移动光标确认输入。

软键

工作区限制

在有几何轴和附加轴时该工作区域限制有效。输入加工区域限制的值。使用软键 “**设置有效**” 使输入的值有效/无效，该值分配给通过光标所选择的轴。

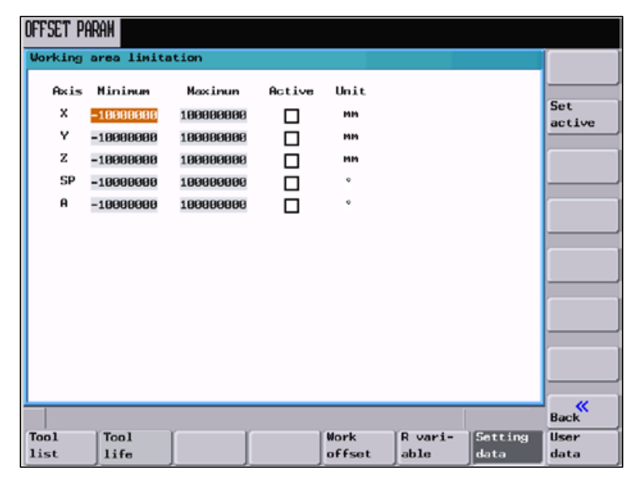


图 3-16

计数器

时间计数器

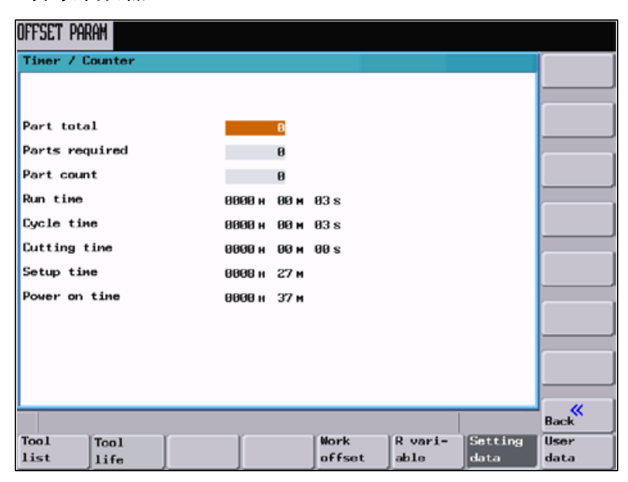


图 3-17

含义:

- 需要的零件: 所需的工件数（给定工件数量）
- 零件总数: 所加工的工件的总数（实际总数）
- 零件计算: 计数器记录了从计时开始加工的工件的总数。
- 运行时间: 在AUTOMATIC方式下NC程序总的运行时间（单位为秒）

  在AUTOMATIC方式下，计时器累计在NC启动和程序结束/复位之间，所有程序的运行时间。控制系统每次启动时定时器置为零。选择的NC程序的运行时间（以秒为单位 ）:
- 循环时间: 刀具作用时间（单位为秒）

  计算所选程序在NC启动和程序结束/复位之间的运行时间。当新的NC程序启动时，该定时器被删除。
- 切削时间

  当刀具有效而无快速进给时，在NC启动和程序结束/复位之间的所有NC程序中所测定的进给轴的运行时间。出现停留时间时，测量也停止。

如果出现“系统使用缺省值启动”时，计时器自动复零。

扩展

该功能可以列出控制系统中现有的全部设定数据。该数据分为:

- 一般设定数据
- 轴专用设定数据
- 通道设定数据。

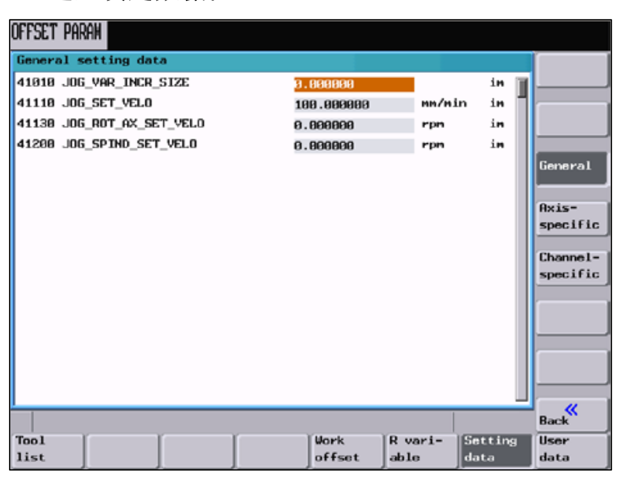


图 3-18

3.4 计算参数 R – “偏移值/参数”操作区

功能

“**R参数**”基本画面中列出了系统中所用到的所有R参数（参见章节8.9 “计算参数R”）。需要时可以修改这些参数。

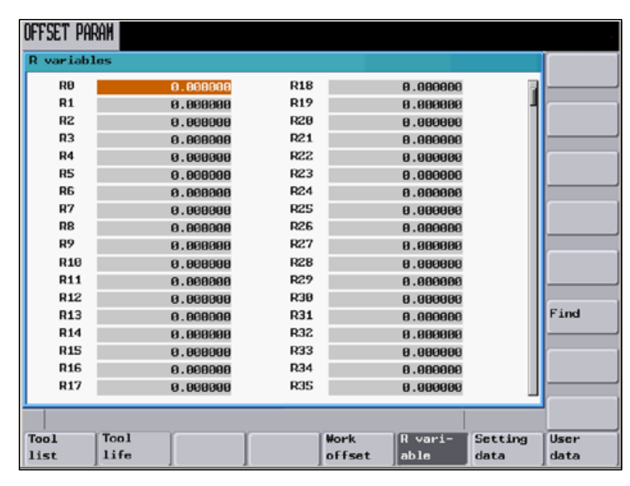


图 3-19 R参数窗口

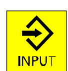
操作步骤

OFFSET PARAM

R参数

通过操作区域“参数关闭”和软键**R变量**

把光标移到所要求的输入区。输入数值。



按**输入**键或者移动光标确认输入。

搜索

查找R参数

手动控制运行

4

前言

手动控制运行指**JOG**方式和**MDA**方式。



图 4-1　　JOG运行方式菜单树，操作区域“位置”

基本设定
端面加工
设置
x=0
y=0
z=0
增加轴
设置关系
删除
基本Z0
全归零
返回<<
中断
确认
探头数据
切换
毫米>英寸
返回<<

图 4-2　　MDA菜单树，机床操作区

4.1 工作方式JOG - 加工操作区

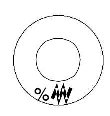
操作步骤

可以通过机床控制面板上的**JOG**键选择JOG运行方式。

+X ... -Z

操作相应的方向键X，Y或Z轴，可以使坐标轴运行。

只要相应的键一直按着，坐标轴就一直连续不断地以设定数据中规定的速度运行。如果设定数据中此值为“零”，则按照机床数据中存储的值运行。



需要时可以使用修调开关调节速度。

如果同时按动“快速叠加” 键，则所选的坐标轴以快进速度运行。

在选择“**增量选择**”以步进增量方式运行时，坐标轴以所选择的步进增量行驶。设定的增量值显示在状态区域中。再按一次**点动**键就可以去除步进增量方式。

在“*JOG*”基本画面上显示位置、进给值、主轴值和刀具值。

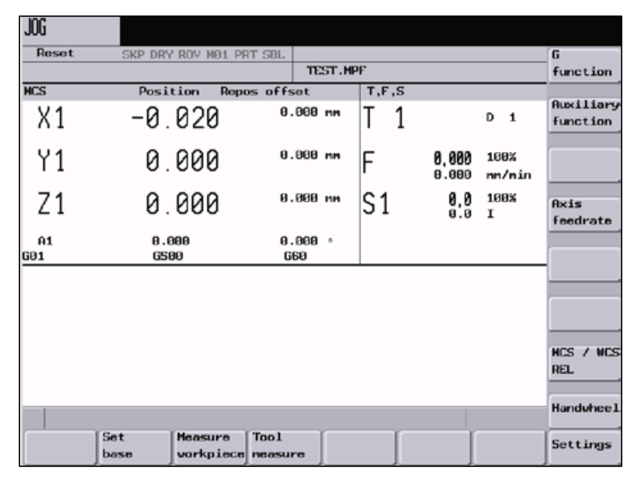


图 4-3 JOG基本画面

参数

表 4-1 “JOG”基本画面中参数说明

参数	注释
MCS X Y Z	显示机床坐标系（MCS）中当前坐标轴地址。
+X .... -Z	坐标轴在正方向（+）或负方向（-）运行时，相应地在X、Z之前显示正、负符号。 坐标轴到达位置之后不再显示正负符号。
实际位置 毫米	该区域显示机床坐标系（MCS）或工件坐标系（WCS）中坐标轴的当前位置。
再定位偏移值	如果坐标轴在“程序中断”状态下进入JOG方式运行，则在此区域显示每个轴从中断点所运行的位移。
G功能	显示重要的G功能。
主轴S 转/分	显示主轴转速的实际值和给定值。
进给率F 毫米/分	显示轨迹进给率的实际值和给定值。
刀具	显示当前所用的刀具及其刀补号。

说明

如果系统中装有第二主轴，工作主轴将以较小的字样显示。窗口中始终只显示一个主轴的数据。

系统显示主轴的以下方面信息:

显示主主轴:
- 主轴处于停止状态
- 主轴启动
- 如果两个主轴都有效时

显示工作主轴:
- 工作主轴启动时。

功率条指示了当前有效的主轴。

软键

基本设定

按此键，在相对坐标系中设定临时基准点和基本零偏。此功能用于设定基零偏。

提供如下子功能:

- 直接输入所需要的轴位置
  在加工窗口把光标定位到所需要的轴，输入新位置。按**输入键**
- 或移动光标完成输入。
- 把所有的轴设为零
  使用**全归零**软键功能，分别把各坐标轴的当前位置设为零。
- 设定单个轴为零
  如果选择软键**X=0**，**Y=0**或者**Z=0**，则当前的位置值被设定为零。

按“**设置关系**”软键显示相对坐标系。以下的定义会修改此坐标系中的基准点。

说明

一个改变了的基准零点偏移与所有其它的零点偏移无关。

测量工件

确定零点偏移（参见章节3）。

测量刀具

测量刀具补偿值（参见章节3）。

设置

在该屏幕格式下，可以设定带有安全距离的退回平面，以及在MDA方式下自动执行零件程序时主轴的旋转方向（参见章节4.2.1）。此外还可以在此屏幕下设定JOG进给率和增量值。

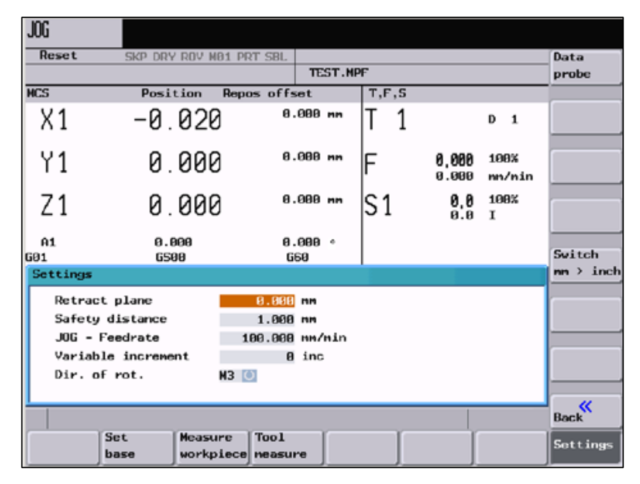


图 4-4

返回平面：执行**端面**功能可以使刀具退回到指定的位置（位置Z）。

安全距离：到工件表面的安全间距。该值定义了工件和工件表面之间的最小距离。**端面和自动刀具测量**功能需使用此值。

手动进给：手动方式下的进给值。

旋转方向：在JOG和MDA方式下，自动生成的程序中主轴的旋转方向。

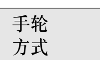
切换到 毫米 > 英寸

用此功能可以在公制和英制尺寸之间进行转换。

4.1.1 分配手轮

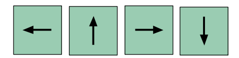
操作步骤





在**JOG**运行状态出现“*手轮*”窗口

打开窗口，在“坐标轴”一栏内显示所有的坐标轴名称，同时也在软键菜单中显示。视所连接的手轮数，可以通过光标移动在手轮1、2、3之间进行转换。



移动光标到所选的手轮。然后按动所需坐标轴的软键分配或者取消手轮。

在窗口中出现符号☑ 。

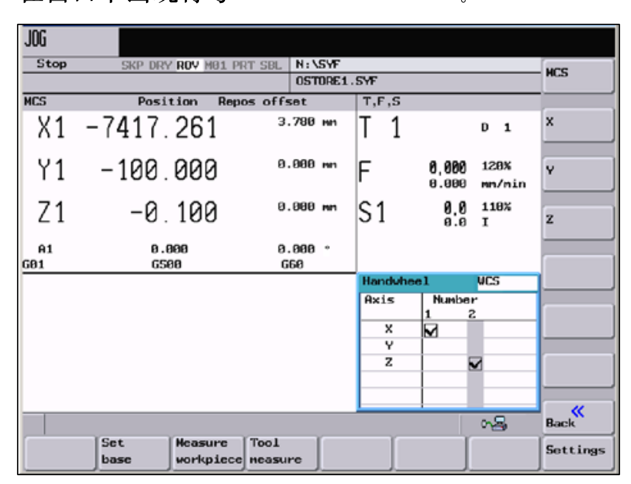


图 4-5 *“手轮”窗口*

机床坐标

用此软键“**机床坐标**”可以从机床坐标系或工件坐标系中选择坐标轴，用来分配手轮。所设定状态显示在“手轮”窗口中。

4.2 MDA运行方式（手动输入）-“加工”操作区

功能

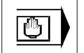
在**MDA**运行方式下可以编制一个零件程序段加以执行。



小心

此运行方式中所有的安全锁定功能与自动方式中一样，
而前提条件也和全自动运行时一样。

操作步骤



通过机床控制面板上的**MDA**键可以选择**MDA**运行方式。

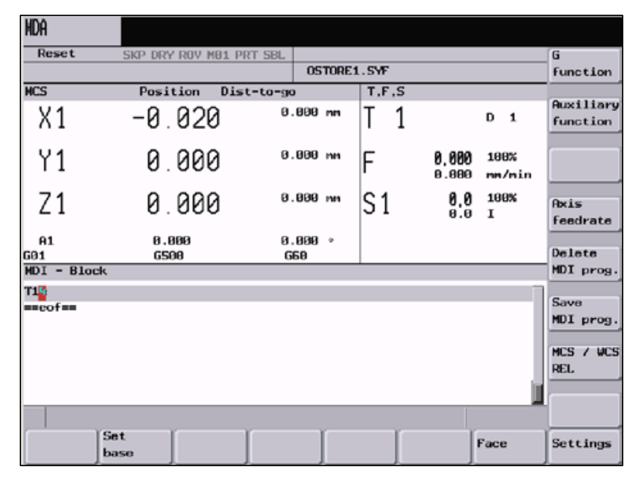
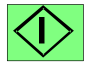


图 4-6 MDA基本画面

通过键盘输入一个或者多个程序段。



按**数控启动键**执行输入的程序段。在程序执行时不可以再对程序段进行编辑。
执行完毕后，输入区的内容仍保留，这样该程序段可以通过按数控启动键再次重新运行。

参数

表 4-2 “**MDA**” 窗口状态的参数说明

参数	注释
MCS X Y Z	显示在机床坐标系或工件坐标系中当前的坐标轴。
+X ... -Z	坐标轴在正方向（+）或负方向（-）运行时，相应地在X、Z之前显示正、负符号。 坐标轴到达位置之后不再显示正负符号。
实际位置 毫米	该区域显示机床坐标系（MCS）或工件坐标系（WCS）中坐标轴的当前位置。
剩余行程	在该区域显示机床坐标系（MCS）或工件坐标系（WCS）中坐标轴待运行的行程。
G功能	显示重要的G功能。
主轴S 转/分	显示主轴转速的实际值和给定值。
进给率F	显示轨迹进给率的实际值和给定值，单位毫米分钟或毫米转。
刀具	显示当前的刀具及其刀补号（T···,D···）。
编辑窗口	在程序“复位”状态时有一个编辑窗口用于输入零件程序段。

说明

如果系统中装有第二主轴，工作主轴将以较小的字样显示。窗口中始终只显示一个主轴的数据。

系统显示主轴的以下方面信息:

显示主主轴:

- 主轴处于停止状态
- 主轴启动
- 如果两个主轴都有效时

显示工作主轴:

- 工作主轴启动时。

功率条指示了当前有效的主轴。

软键

软键	说明
基本设定	设定基本零点偏移（参见章节4.1）。
端面加工	铣削端面（参见章节4.2.1）。
设置	参见章节4.1。
G功能	G功能窗口用于显示G功能，每个G功能分配在一功能组下并在窗口中占有一固定位置。通过“**向上翻页键**”或者“**向下翻页键**”可以显示其它的G功能。再按此键，关闭窗口。
辅助功能	在此窗口显示所有有效的辅助功能和M功能。再按此键，关闭窗口。
轴进给	按此键显示*轴进给*窗口。 再按此键，关闭窗口。
删除 MDA程序	用此功能可以删除在程序窗口显示的所有程序段。
保存 MDA程序	在输入区中定义MDA程序保存的名称。或者，可以从列表中选择现有的程序名。 切换输入区和程序列表，使用TAB键。

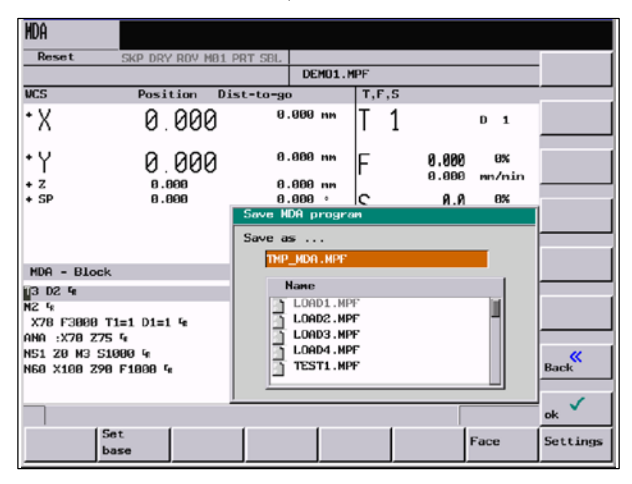


图 4-7

软键	说明
MCS/WCS 相对坐标	显示**MDA**运行方式的实际值与所选定的坐标系有关。可通过软件切换。

4.2.1 端面铣

功能

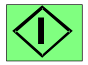
使用此功能可以为其后的加工准备好毛坯，而无需为此编写一专门的零件程序。

操作步骤

 端面加工

在**MDA**方式下使用**端面**键打开输入屏幕格式:

- 把坐标轴定位到起始点
- 在屏幕格式中输入参数值



在此屏幕格式中输入所有的参数，产生一个零件程序，然后按**NC启动**键就可以执行此程序。此时关闭此屏幕格式，转换到加工屏幕格式。在此可以观察程序的执行过程。

重要

必须事先在设定参数菜单中定义返回平面和安全距离。

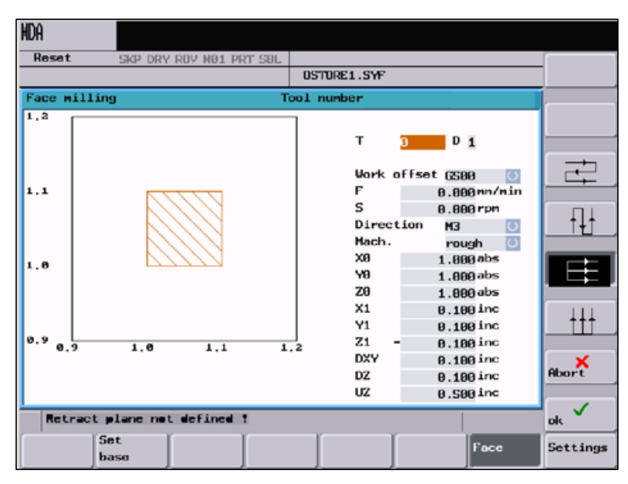


图 4-8 端面铣

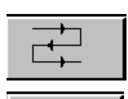
表 4-3 在**端面铣削**窗口的参数说明

参数	注释
刀具	输入所要使用的刀具。 在加工之前换上刀具。为此调用一个用户循环，执行所有所要求的步骤。该用户循环由机床制造商提供（LL6）。
零偏	在程序中选择的零点偏移。

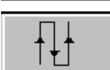
表 4-3 在**端面铣削**窗口的参数说明

参数	注释
进给率F	输入轨迹进给率，单位毫米/分钟或毫米/转。
主轴S 转/分	输入主轴速度。
方向	选择主轴的旋转方向。
加工	确定加工表面的质量。 可以选择粗加工和精加工。
X0、Y0、 Z0、X1、Y1 毛坯尺寸	输入工件的几何尺寸。
Z1 成品尺寸	Z轴方向成品尺寸。
DXY 最大进刀量	进刀运动（X,Y）参数输入区。
DZ 最大进刀量	进刀运动（Z）参数输入区。
UZ	粗加工余量输入区。

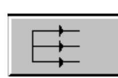
具有不同拉削方向定义的软键（同向/逆向）



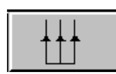
横坐标平行方向的加工，可以变换方向。



纵坐标平行方向的加工，可以变换方向。



横坐标平行方向的加工，只在一个方向。



纵坐标平行方向的加工，只在一个方向。

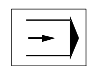
自动运行模式

5

前提条件

机床已经按照机床制造商的要求调整到自动运行方式。

操作步骤



按机床控制面板上的**自动**键选择**自动**运行方式。

屏幕上显示“*自动*”基本画面，显示位置、进给值、主轴值、刀具值以及当前的程序段。

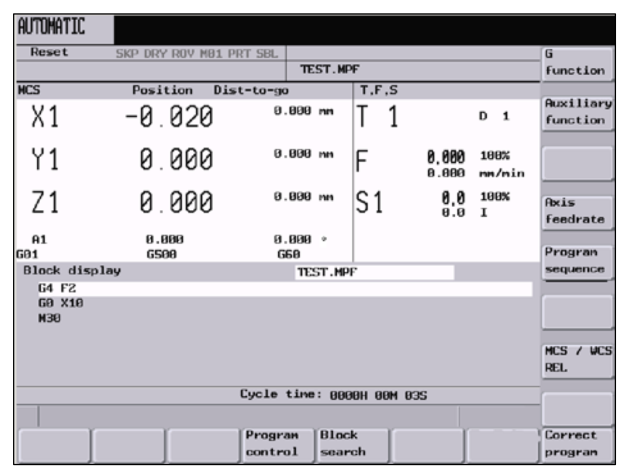


图 5-1　　“*自动*”基本画面

			程序控制	程序段搜索		实时模拟	程序修正
			程序测试	到轮廓		自动缩放	
			空运行进给	到终点		到原点	
			有条件停止	不带计算		显示 …	
			跳过	搜索断点		缩放+	
			单一程序段	搜索		缩放-	
			ROV有效			删除画面	
						光标粗/细	
			返回<<	返回<<		返回<<	返回<<

图 5-2　　*自动*方式菜单树

参数

表 5-1　　窗口中的参数说明

参数	注释
MCS X Z	显示机床坐标系中或工件坐标系中当前的坐标轴。
+ X - Z	坐标轴在正方向（+）或负方向（-）运行时，相应地在X、Z之前显示正、负符号。 坐标轴到达位置之后不再显示正负符号。
实际位置 毫米	该区域显示机床坐标系（MCS）或工件坐标系（WCS）中坐标轴的当前位置。
剩余行程	显示MCS或WCS中待运行的剩余行程。
G功能	显示重要的G功能。
主轴S 转/分	显示主轴转速的实际值和给定值。
进给率F 毫米/分或 毫米/转	显示轨迹进给率的实际值和给定值。
刀具	显示当前的刀具及其刀补号（T…、D…）。
当前的程序段	程序段显示包含当前有效零件程序的7个连续程序段。每个程序段的显示由窗口宽度所限制。如果程序处理速度很快，则切换到窗口“程序进展”。使用软键“程序顺序”可以返回到7段显示。

说明

如果系统中装有第二主轴，工作主轴将以较小的字样显示。窗口中始终只显示一个主轴的数据。

系统显示主轴的以下方面信息:

显示主主轴:
- 主轴处于停止状态
- 主轴启动
- 如果两个主轴都有效时

显示工作主轴:
- 工作主轴启动时。

功率条指示了当前有效的主轴。

软键

软键	说明
程序 控制	按此键显示所有用于选择程序控制方式的软键（如程序段跳跃，程序测试）。
程序测试	在程序测试方式下所有到进给轴和主轴的给定值被禁止输出，此时给定值区域显示当前运行数值。
空运行 进给	进给运动以空运行设定数据中的设定参数运行。执行空运行进给时编程指令无效。
空运行 进给	程序在执行到有M01指令的程序段时停止运行。
跳过	程序段，在程序段编号前用斜线标记，在程序运行时不考虑（例如“/N100”）。
单一程序段	此功能生效时零件程序按如下方式逐段运行：每个程序段逐段解码，在程序段结束时有一停留时间，但在没有空运行进给的螺纹程序段时为一例外。在此只有螺纹程序段运行结束后才会产生一暂停。单段功能只有处于程序复位状态时才可以选择。
ROV有效	按快速修调键，修调开关对于快速进给也生效。
返回<<	按退出键退出当前正在执行的窗口。
程序段 搜索	使用“程序段搜索”功能可以找到程序中任意一个位置。
到轮廓	向前查找程序段并计算，至程序段终点 在查找时，如标准程序运行那样进行相同的计算；然而轴不移动。

按键	说明
到终点	程序段搜索，直至程序段终点位置 在程序段搜索时，与正常程序方式下一样计算照常进行，但坐标轴不移动。
不带计算	程序段搜索，不进行计算。 在程序段搜索期间不执行计算功能。
搜索断点	将光标定位在中断位置。
搜索	搜索键提供功能“行查找”和“文本查找”。
程序 修正	在此可以修改错误的程序。所有修改会立即被存储。
G功能	打开*G功能*窗口，显示所有有效的G功能。 *G功能*窗口下显示所有有效的G功能，每个G功能分配在一个功能组下并在窗口中占有一固定位置。 通过“**向上翻页键**”或者“**向下翻页键**”可以显示其它的G功能。

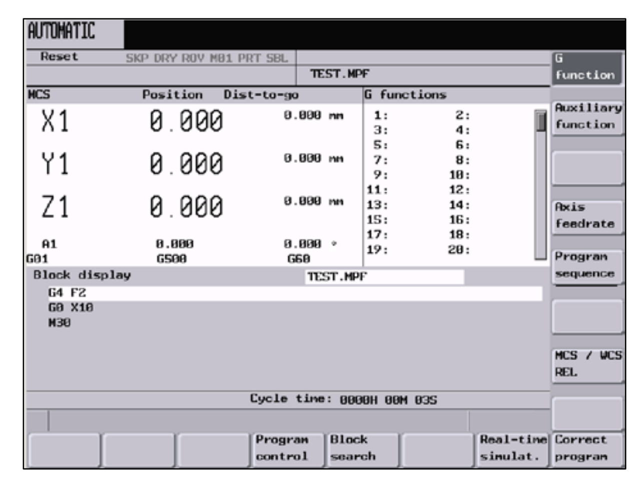


图 5-3　　“G功能”*窗口*

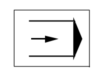
按键	说明
辅助 功能	在此窗口显示所有有效的辅助功能和M功能。 再按此键，关闭窗口。
轴进给	按此键显示*轴进给*窗口。 再按此键，关闭窗口。
程序 顺序	从7段程序转换到3段程序。
MCS/WCS 相对坐标	选择机床坐标系、工件坐标系或者相对坐标系的值。

5.1 选择和启动零件程序 - “加工”操作区

功能

在启动程序之前必须要调整好系统和机床。因而在此也必须注意机床生产厂家的安全说明。

操作步骤



按机床控制面板上的**自动**键选择**自动**运行方式。



打开程序管理器。通过软键**NC目录**（标准选择）或**客户CF卡**可到达相应目录。

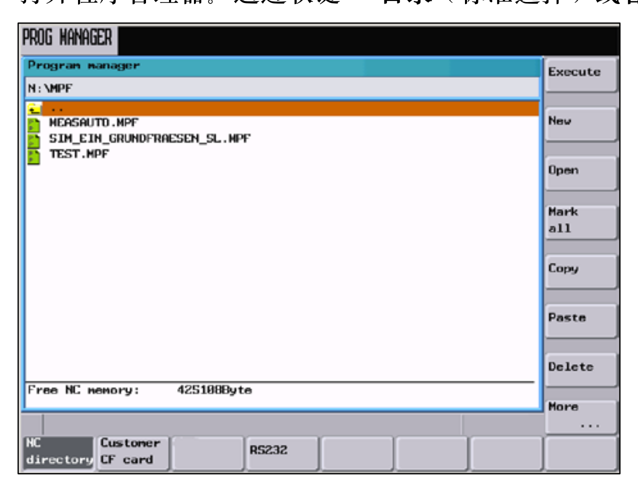
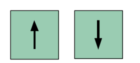


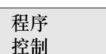
图 5-4 “程序管理器”基本画面



把光标移动到指定的程序上。



用软键**执行**（NC目录）或者**外部执行**（CF卡）选择待加工的程序。被选择的程序名显示在屏幕区 “程序名” 下。



如果有必要，你可以确定程序的运行状态。

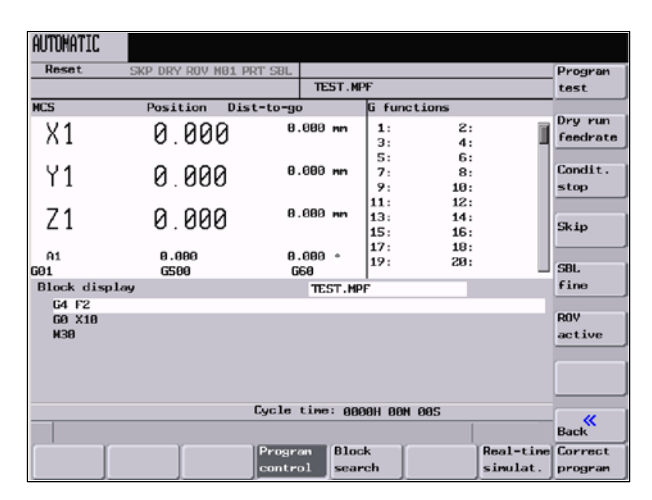
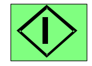


图 5-5　　程序控制



按动**数控启动键**执行零件程序。

5.2 程序段搜索- “加工”操作区

操作步骤

前提条件：程序已经选择（参见章节5.1），系统处于复位状态。

程序段搜索

程序段查找可以在零件程序中一直运行，直至找到所需要的位置。可以通过光标直接将查询目标定位到所需要的零件程序程序段上。

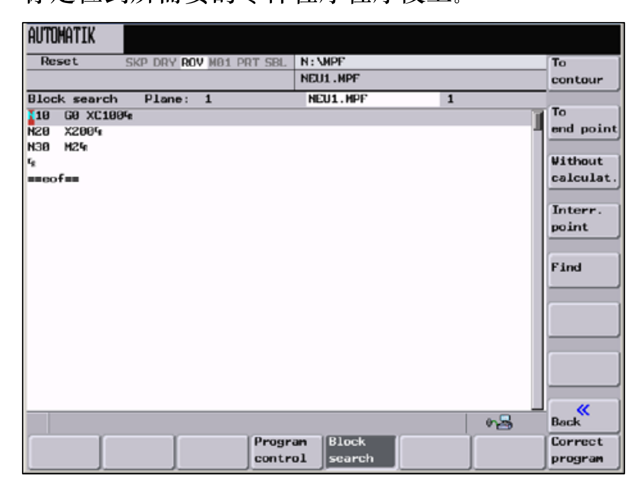


图 5-6 程序段搜索

到轮廓 程序段搜索，直至程序起始。

到终点 程序段搜索，直至程序结束。

不带计算 程序段搜索时不计算

搜索断点 装载中断点

搜索 按下此软键，打开对话框，在对话框中输入行号或者查找关键词。

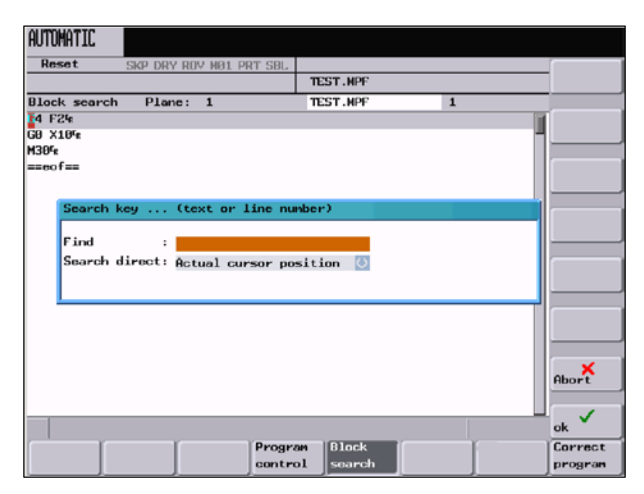


图 5-7 输入待查询的目标

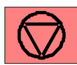
使用转换区域确定从哪一位置开始搜索。

搜索结果

窗口中显示所搜索到的程序段。

5.3 零件程序停止、中断

操作步骤



用**数控停止键**停止加工的零件程序。
按**数控启动键**可恢复被中断了的程序运行。

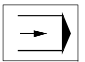


用**复位键**中断加工的零件程序。
按**数控启动键**重新启动，程序从头开始运行。

5.4 异常中断后重新返回

程序中断后（用“复位”键）可以用手动方式（**Jog**）从加工轮廓退出刀具。

操作步骤



选择“**自动**”。

程序段搜索

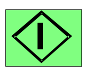
打开*搜索*窗口，准备装载中断点坐标。

搜索断点

装载中断点坐标。

到轮廓

起动中断点搜索，使机床回中断点。执行一个到中断程序段起始点的补偿。

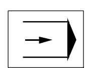


按**数控启动键**继续加工。

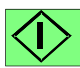
5.5 中断后重新返回

程序中断后（用“**数控停止**”键）可以用手动方式（**Jog**）从加工轮廓退出刀具。控制器将中断点坐标保存。并能显示轴的行程差值。

操作步骤



选择“**自动**”。



按**数控启动键**继续加工。

小心

重新返回中断点时，**所有的轴**将同时移动。确保移动区域的畅通。

5.6 执行外部程序

功能

外部程序可以通过CF卡传送到控制系统，然后按**NC启动键**后立执行。

在处理缓冲存贮器中的内容期间，程序被自动重载。

CF卡处理的操作顺序

前提：控制系统处于复位状态。



通过机床控制面板按键选择**自动**运行方式和程序管理器。

用户CF卡

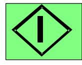
按下该键

使用光标来选择需要处理的程序。

外部
程序

按下该键

此时程序被传送到缓冲存贮器并被自动选择且显示在程序选择栏中。



用“**NC启动**”键开始执行程序。程序可被连续装入。

无论是程序运行结束还是按“**复位**”键，程序都自动从控制系统删除。

零件编程

6

操作步骤



用**程序管理器**可以打开程序目录。

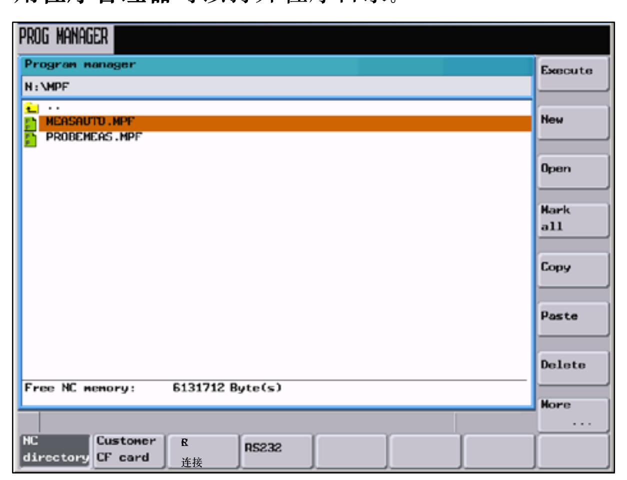


图 6-1 *程序管理器*基本画面

可以使用光标键在程序目录中进行定位。为了更快地查找到程序，输入程序名的第一个字母。控制系统自动把光标定位到含有该字母的程序前。

软键

软键	说明
NC目录	该功能显示NC目录。
执行	执行光标选中的程序。同时，控制系统将切换为位置显示。在下次按 **NC启动**键时启动该程序。
新程序	用此键可以创建**新的**程序。
打开	要加工时打开光标选中的文件。
全选	此功能可以选中下面要操作的所有文件。再次按键可以取消全选。

说明

选择单个文件:

把光标置于相应的文件上，按下**选择**键。选中的行颜色变深。再次按下**选择**键可以取消选择。

软键	说明
复制	此功能可以把一个或者多个文件拷贝并放到中间存储器或剪贴板上。
粘贴	此功能把剪贴板上的文件或者目录粘贴到当前目录。
删除	用此键可以删除光标定位的程序。并提示对该删除操作进行确认。 按下**确认**键执行清除功能，按**中断**键取消并返回。
更多…	此键可以展开更多的功能。
重命名	操作此键出现一窗口，在此可以**更改**光标所定位的程序名称。 输入新的程序名后按**确认**键，完成名称更改，用**中断**键取消此功能。
预览窗口	用此功能打开一个窗口，如果光标在文件名上停留一定时间，可显示该文件的头7行。

用户CF卡

提供了通过CF卡读入/读出文件的功能和外部处理功能。在选择功能时，将显示CF卡的目录。

外部程序

执行光标选中的程序。如果选择了CF卡，程序将作为外部程序由NC来执行。此程序不包含调用NC目录中不存在的零件程序。

RS232

通过RS232接口读出/读入文件的功能以及外部执行功能已准备就绪。

发送

此功能把剪贴板上的文件发送到与RS232相连的PC上。

接收

通过RS232接口加载文件。

接口设置取自操作区域**系统** （第7章）。零件程序的传输必须以文本格式进行。

故障记录

故障列表

6.1 输入新程序 - “程序”操作区

操作步骤

PROGRAM MANAGER

已经选择了程序管理器。

NC目录

通过软键**NC目录**选择新程序的存储位置。

新程序

按动“**新程序**”键，出现一对话窗口，在此输入新的主程序和子程序名称。主程序扩展名 .MPF可以自动输入。而子程序扩展名 .SPF必须与文件名一起输入。

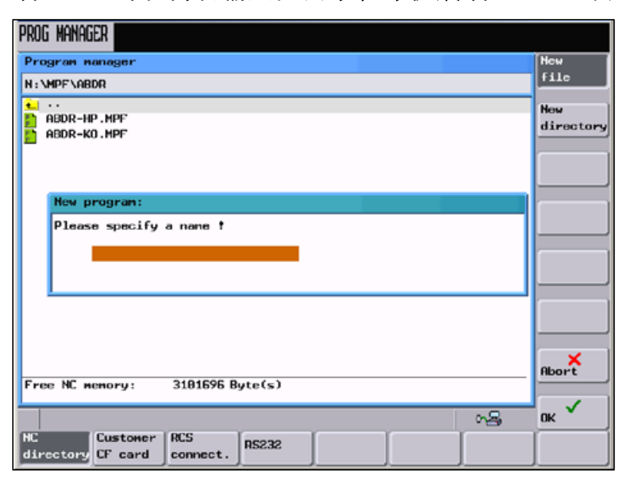


图 6-2 *新程序*输入屏幕格式

A J W Z

输入新文件名。



按“**确认**”键接收输入，生成新程序文件。现在可以对新程序文件进行编辑。



用**中断**键中断程序的编制，并关闭此窗口。

6.2 编辑零件程序 - 操作区域程序

功能

只有当零件程序不处于执行状态时，才可以进行编辑程序或者程序段。

在零件程序中进行的任何修改均立即被存储。

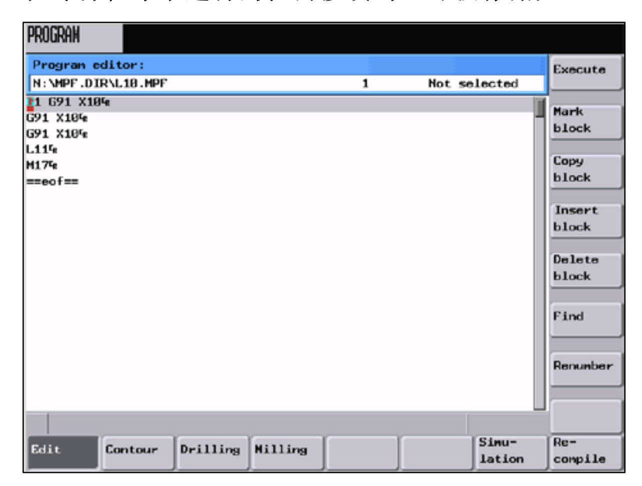


图 6-3 程序编辑器基本画面

菜单树

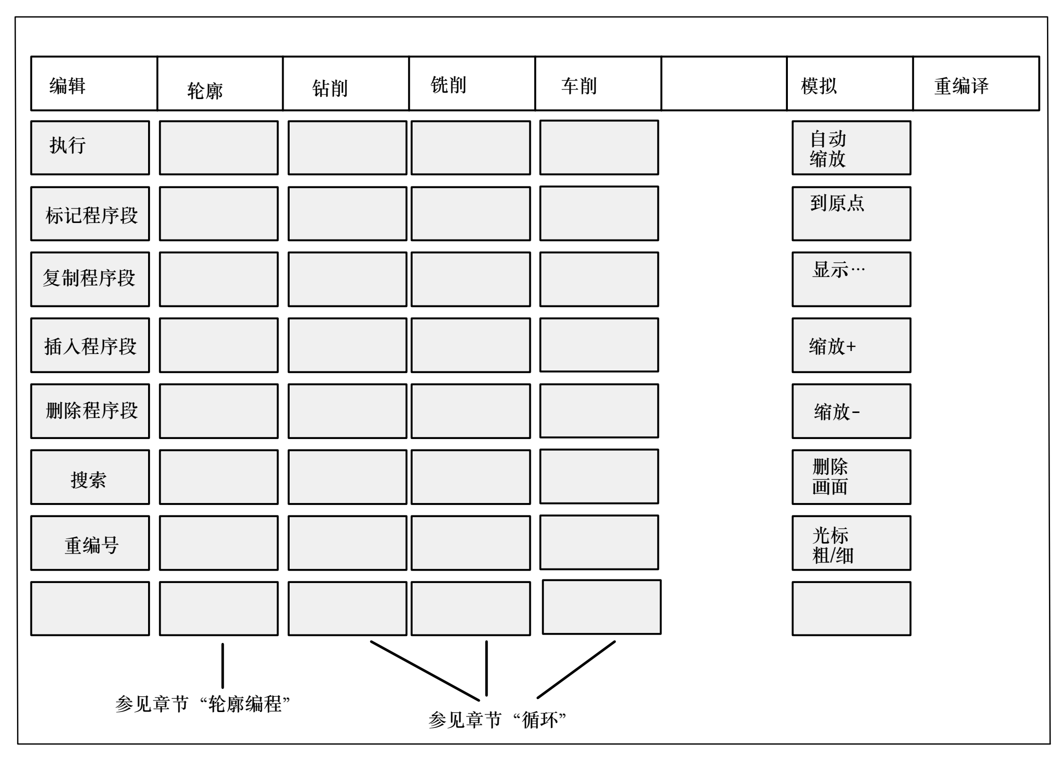


图 6-4 “程序”菜单树 （标准分配）

操作步骤

在程序管理器中选择所要编辑的程序，并用**开启**键打开。

软键

软键	说明
编辑	功能：编辑文本段落
执行	使用此键，执行所选择的文件。
标记程序段	功能：选中从光标位置开始的文本段落。可以使用方向键。或者可用：<ctrl>B）
复制程序段	用此键，拷贝一程序段到剪切板。（或者可用：<ctrl>C）
插入程序段	用此键，把剪切板上的文本粘贴到当前的光标位置。 （或者可用：<ctrl>V）
删除程序段	按此键，删除所选择的文本程序段。（或者可用：<ctrl>X）
搜索	用“搜索”键在所显示的程序文件中查找一字符串。 在输入窗口键入所查找的字符，按“**确认**”键启动搜索过程。 按“中断”键则不进行搜索，退出窗口。
重编号	使用该功能，替换当前光标位置到程序结束处之间的程序段号。
轮廓	关于轮廓编程，参见章节6.3。
钻削	参见章节“循环”
铣削	参见章节“循环”
模拟	参见章节6.4。
重编译	在重新编译循环时，把光标移到程序中调用循环的程序段中。使用此功能，译码循环名，并在其屏幕格式中处理相应的参数。如果所设定的参数不在有效围之内，则该功能会自动进行判别，并且恢复使用原来的缺省值。屏幕格式关闭之后，原来的参数就被所修改的参数取代。 **注意：** 只有自动生成的程序块/程序段才可以重新编译。
模拟	参见章节6.4。

6.3 轮廓编程

功能

为了快速、可靠地编制零件程序，系统提供了不同的轮廓元素。编程时，只需要在屏幕格式中填入必要的参数。

利用轮廓屏幕格式可以编程如下的轮廓元素或轮廓段:

- 直线段，有终点坐标或角度大小
- 直线-直线轮廓段，有角度大小和终点坐标
- 圆弧段，有圆心坐标、半径大小和终点坐标
- 直线-圆弧轮廓段，用切线过渡；由角度、半径和终点坐标计算
- 直线-圆弧轮廓段，任意过渡；由角度、圆心和终点坐标计算
- 圆弧-直线轮廓段，用切线过渡；由角度、半径和终点坐标计算
- 圆弧-直线轮廓段，任意过渡；由角度、圆心和终点坐标计算
- 圆弧-直线-圆弧轮廓段，用切线过渡
- 圆弧-圆弧轮廓段，用切线过渡；由圆心、半径和终点坐标计算
- 圆弧-圆弧轮廓段，任意过渡；由圆心和终点计算
- 圆弧-圆弧-圆弧轮廓段，用切线过渡
- 直线-圆弧-直线轮廓段，用切线过渡

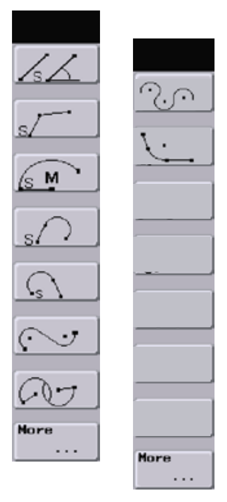


图 6-5 软键功能

有三种变量可用作坐标：绝对值，增量值或极坐标。通过转换键切换。

软键

使用这些软键功能可以扩展到各个轮廓段。

首次打开轮廓屏幕时，必须告知系统相应轮廓段的起始点。其它所有的动作将参考该点。如果用光标移动了输入栏，就要重新输入数值。

如果您想例如给直线段编程，请按下面的软键:



直线段编程帮助

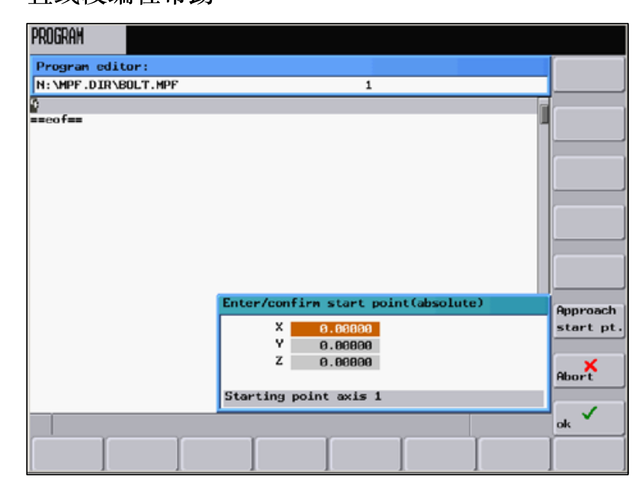


图 6-6　　设定起始点

“**回起始点**”软键功能将产生一个NC程序段，移动到定义的坐标位置。

设定起始点后，显示下列编程帮助，例如直线段编程帮助。

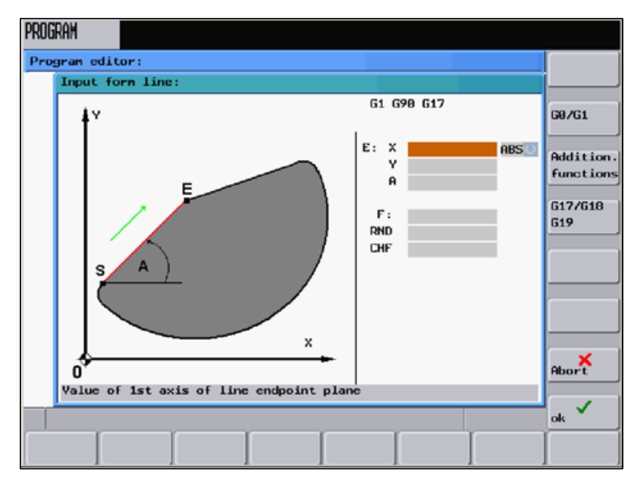


图 6-7

以绝对值（ABS），增量值（INC）（相对于起始点）或者极坐标值（POL）输入直线的终点。在关联的屏幕中显示当前的设定值。

也可以通过一个坐标和轴与直线间的角度定义终点。

如果使用极坐标计算终点，还需要极点到终点（在区域1中输入）间的矢量长度，以及参考极点（在区域2中输入）的矢量角度。
其前提条件是已事先设定了一个极点。该极点一直有效，直到定义了新的极点。

按**转换选择**键选择输入极坐标（**极点**）后，您还可以通过垂直软键条上的另一个软键**设置极点**输入极点。

极坐标

在出现的对话框中必须输入极点的坐标。极点需参考所选的平面。

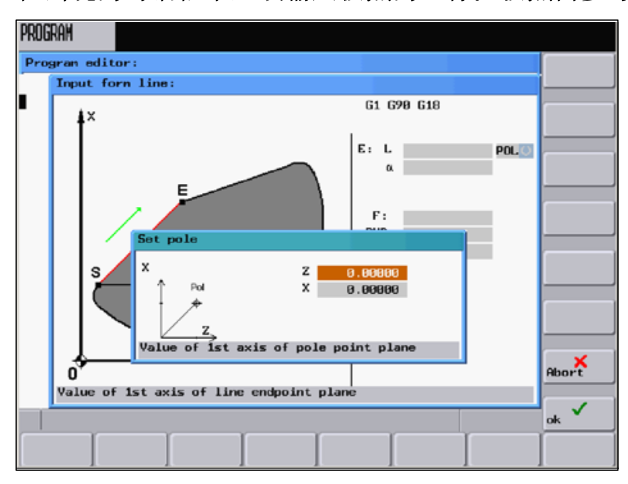


图 6-8

G0/G1

如果选择了此功能，选择的程序段将以快速进给率进给，或者按照编程的轨迹进给率进给。

附加
功能

必要时，可以在区域中输入附加指令。使用空格，逗号或分号将指令分开。

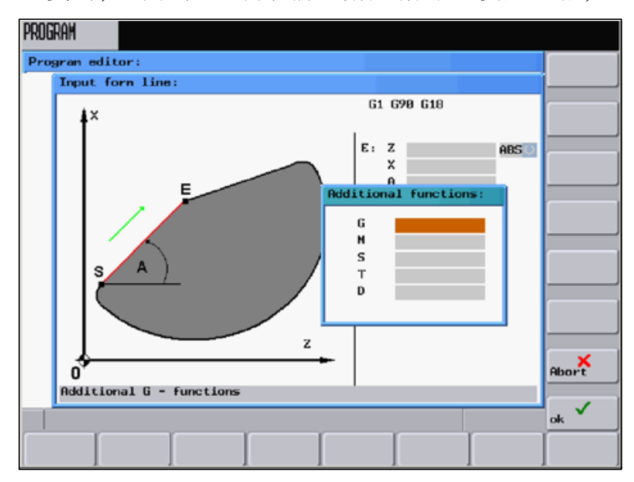


图 6-9

此对话界面可用于所有轮廓段。

G17/18/19

该功能可选择相应的加工平面G17(X-Y)、G18(Z-X)或G19(Y-Z)。轴名称将根据所选的平面相应变化。

此对话界面可用于所有轮廓段。

确认

按“**确认**”软键将接受所有定义在零件程序中的命令。

选择“**中断**”将不保存设定值而退出对话界面。



此功能用来计算两条直线间的中间点。

定义第二条直线的终点坐标以及每条直线的角度。

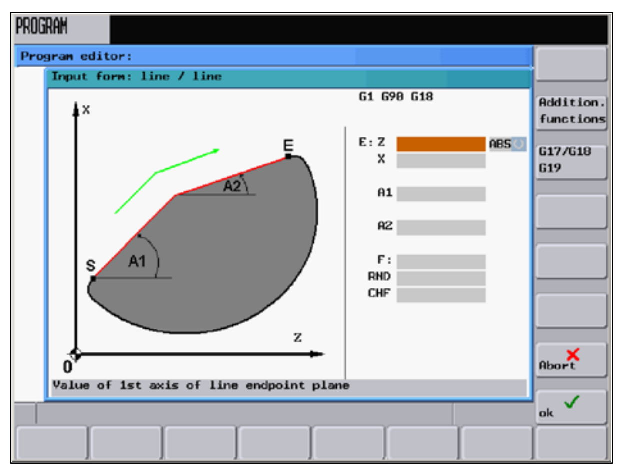


图 6-10

表 6-1 屏幕中的输入区域

直线2终点	E	输入直线2的终点坐标
直线1角度	A1	角度值在0到360度间，逆时针方向
直线2角度	A2	角度值在0到360度间，逆时针方向
进给率	F	进给率



在该关联屏幕中，使用终点和中心点坐标可以创建圆弧程序。

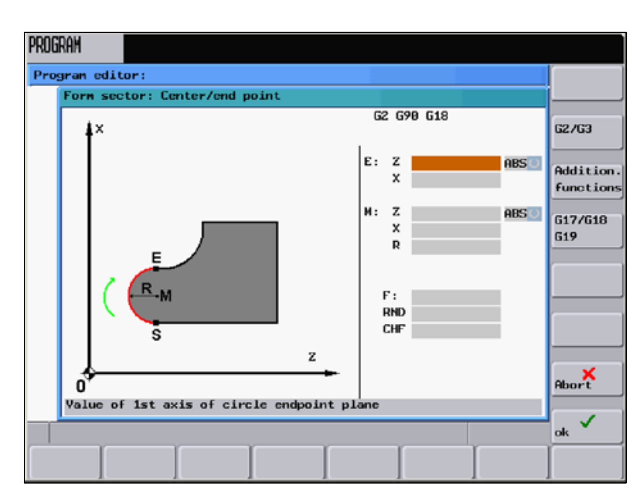


图 6-11

在输入区中输入终点和中心点坐标。不需要的输入区被隐藏。

G2/G3

使用此软键将旋转方向从G2切换到G3。G3将显示。
再次按该软键则切换回G2。

确认

按“**确认**”软键将接受所有定义在零件程序中的命令。



此功能将计算直线和圆弧间的切线过渡。直线必须由起始点和角度定义。圆弧必须由半径和终点定义。

计算任意过渡角度的交点时，POI软键功能将显示中间点的坐标。

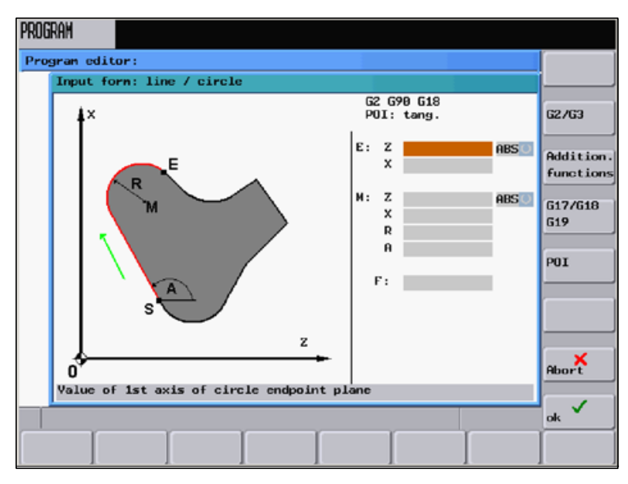


图 6-12　　直线－圆弧的切线过渡

表 6-2 屏幕中的输入区域

圆弧终点	E	输入圆弧终点坐标
直线角度	A	角度值在0到360度间，逆时针方向
圆弧半径	R	圆弧半径输入区
进给率	F	插补进给率输入区
点	M	如果在直线和圆弧间没有切线过渡，则必须知道圆弧的中心点。定义中心点时取决于在前一个程序段中选择的计算类型（绝对值，增量值或者极坐标）。

G2/G3

使用此软键将旋转方向从G2切换到G3。G3将显示。再次按该软键则切换回G2。屏幕上又显示G2。

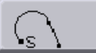
POI

你可以选择切线过渡或任意过渡。

根据你所输入的数据，屏幕上可以产生一直线和一圆弧段。

如果存在几个中间点，必须从对话框中选择所需要的中间点。

如果某个坐标没有输入，程序将通过现有的定义计算出该坐标值。如有其他可能性，则必须在对话框中再次选择坐标。



此功能用于计算直线和圆弧段间的切线过渡。圆弧段必须使用参数定义起始点和半径，直线必须使用参数定义终点和角度。

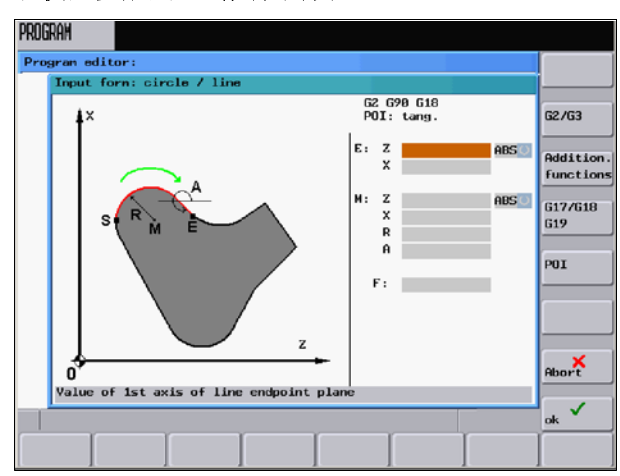


图 6-13 切线过渡

表 6-3 屏幕中的输入区域

直线终点	E	以绝对值，增量值或极坐标形式定义直线终点
圆心	M	以绝对值，增量值或极坐标形式定义圆弧中心点
圆弧半径	R	圆弧半径输入区
直线1角度	A	相对于中间点，角度值在0到360度间，逆时针方向
进给率	F	插补进给率输入区

G2/G3

使用此软键将旋转方向从G2切换到G3。G3将显示。再次按该软键则切换回G2。屏幕上又显示G2。

POI

你可以选择切线过渡或任意过渡。

根据你所输入的数据，屏幕上可以产生一直线和一圆弧段。

如果存在几个中间点，必须从对话框中选择所需要的中间点。



此功能用于在两个圆弧段间的切线方向插入一直线。圆弧段由中心点和半径确定。根据所选择的旋转方向，产生不同的切线点。

在显示的屏幕中，输入参数值定义圆弧段1的圆心和半径以及圆弧段2的终点，圆心和半径。而且，还必须选择圆弧的旋转方向。在帮助窗口中显示当前的设定值。

按“确认”键，通过输入的值计算三个数据块并插入零件程序中。

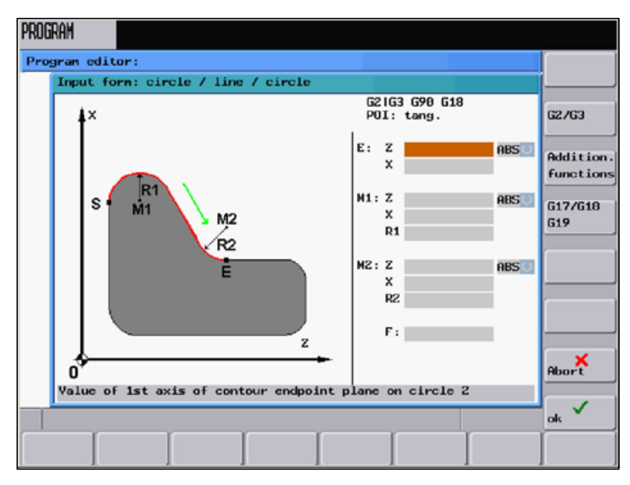


图 6-14

表 6-4 屏幕中的输入区域

终点	E	1. 平面中的第一第二几何轴 如果没有定义坐标，此功能计算出所插入的直线和圆弧段2间的交点。
圆弧1圆心	M1	平面的第一和第二几何轴（绝对值坐标）
圆弧1半径	R1	圆弧半径1输入区
圆弧2圆心	M2	平面的第一和第二几何轴（绝对值坐标）
圆弧2半径	R2	圆弧半径2输入区
进给率	F	插补进给率输入区

根据你所输入的数据，屏幕上产生一直线和两个圆弧段。

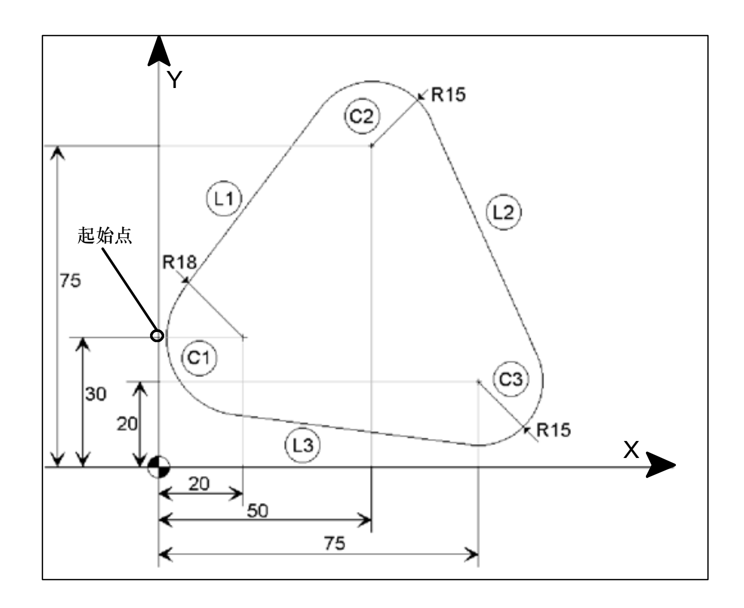
G2/G3

使用此软键定义两个圆弧段的旋转方向。有以下几种可能:

圆弧段1	圆弧段2
G2	G3、
G3	G2、
G2	G2
G3	G3

以绝对值，增量值或极坐标形式定义终点和圆心坐标。在关联的屏幕中显示当前的设定值。

举例



已知: *R1* *18 毫米*
R2 *15毫米*
R3 *15毫米*
M1 *X 20 Y 30*
M2 *X 50 Y 75*
M3 *X 75 Y 20*

起始点: 点X=2和Y=30毫米为起始点坐标。

操作步骤:

*选择 “**轮廓**” 菜单 。出现定义起始点的关联屏幕。*

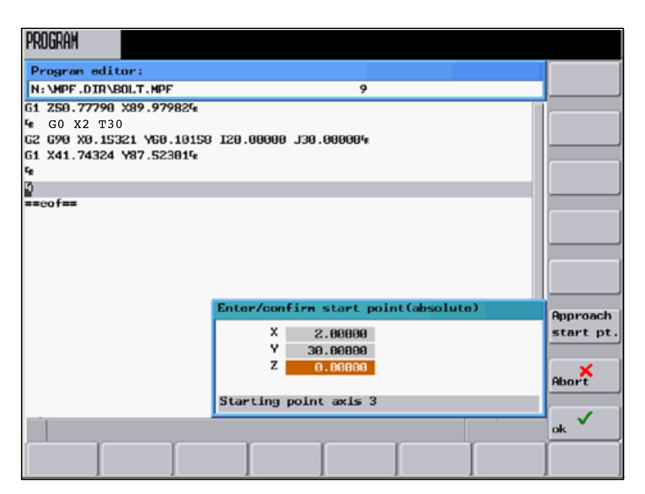


图 6-15 设定起始点

*按 “**OK**” 确认输入值; 然后出现定义轮廓段 C1 - L1 - C2 的屏幕。*

*使用 **G2**/**G3** 软键定义两个圆弧段的旋转方向, 然后填入参数列表。*

可以不定义终点, 但必须定义X50 Y90(75+R15)。

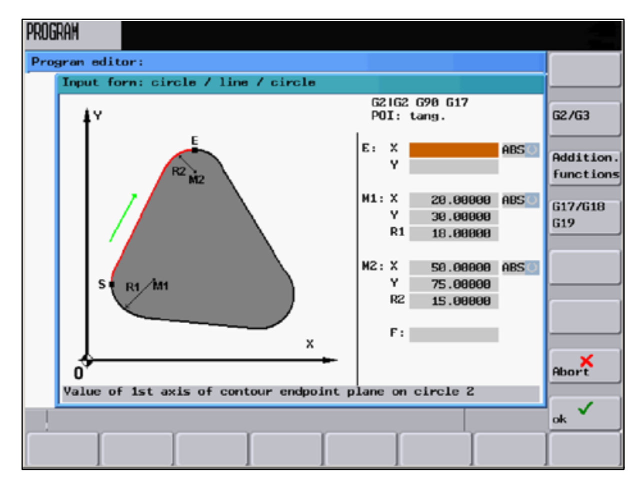


图 6-16 调用屏幕

填完关联屏幕后，按“确认”退出屏幕。然后便计算中间点并产生两个程序段。



图 6-17 步骤1的结果

由于未定义终点，将使用直线 L1 的中间点和圆弧段 C2 作为下一个轮廓定义的起始点。

现在，重新调用关联屏幕，计算轮廓段 C2 – C3 。

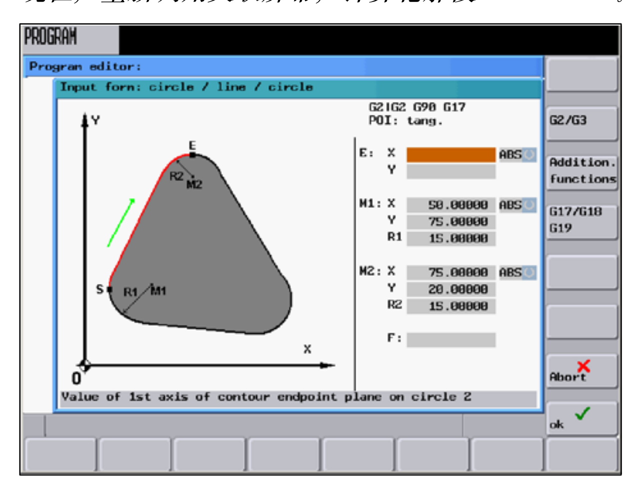


图 6-18 调用屏幕



图 6-19 步骤2的结果

步骤2的终点是直线 L2 与圆弧段 C3 的交点的交点。然后，必须计算起始点2 – 圆弧段 C1 形成的轮廓段。

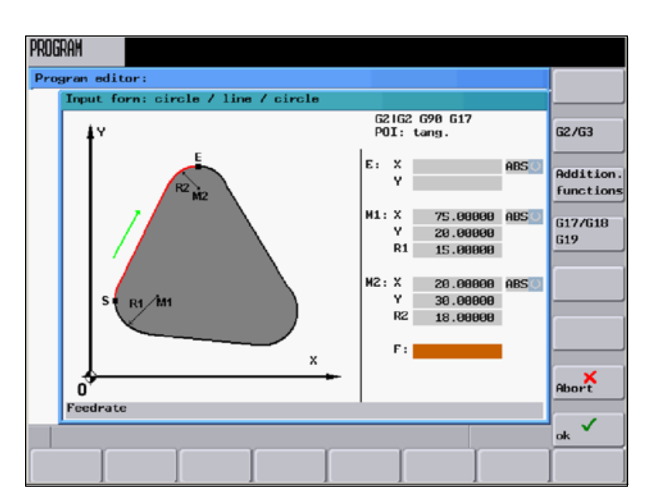


图 6-20　　调用屏幕

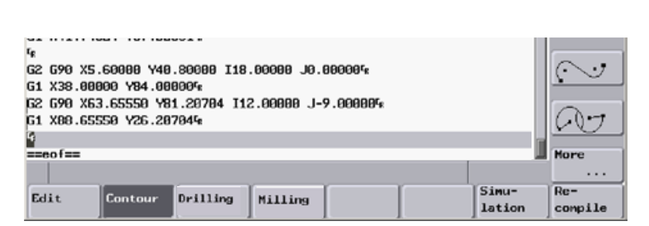


图 6-21　　步骤3的结果

然后连接新的终点和起始点。此时，可以使用功能 。

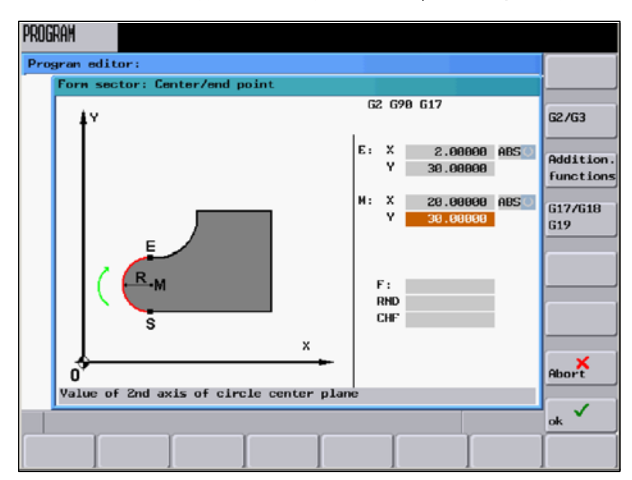


图 6-22　　步骤4

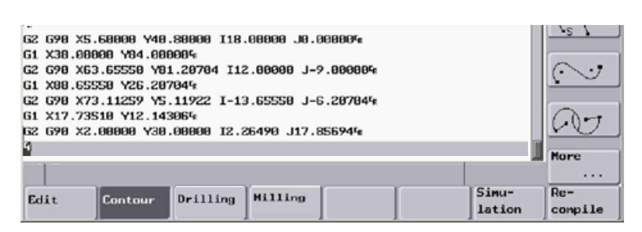


图 6-23　　步骤4的结果



此功能计算两个圆弧段间的切线过渡。圆弧段1必须由起始点，圆心和半径参数定义，圆弧段2必须由终点和半径参数定义。

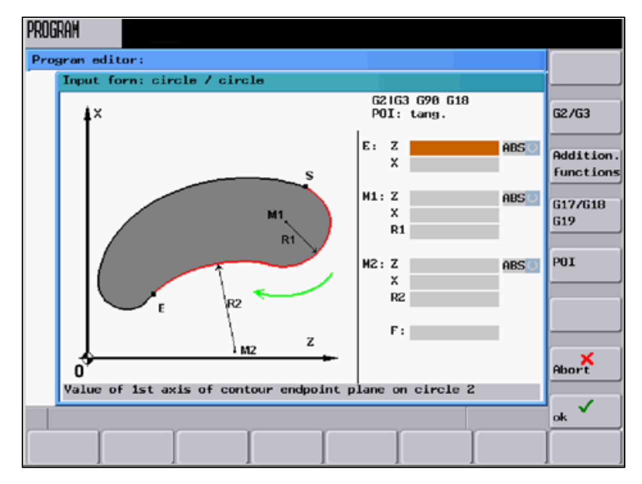


图 6-24 切线过渡

表 6-5 屏幕中的输入区域

圆弧2的终点	E	平面的第1和第2几何轴。
圆弧1圆心	M1	平面的第1和第2几何轴。
圆弧1半径	R1	圆弧半径2输入区
圆弧2圆心	M2	平面的第1和第2几何轴。
圆弧2半径	R2	圆弧半径2输入区
进给率	F	插补进给率输入区

根据事先所选择的计算类型（绝对值，增量值或极坐标）定义点。不需要的输入区被隐藏。如果圆心坐标值省略，则必须定义半径。

G2/G3

使用此软键将旋转方向从G2切换到G3。G3将显示。再次按该软键则切换回G2。屏幕上又显示G2。

POI

你可以选择切线过渡或任意过渡。

根据你所输入的数据，屏幕上产生两个圆弧段。

选择相交点

如果存在几个相交点，必须在对话框中选择所需要的相交点。

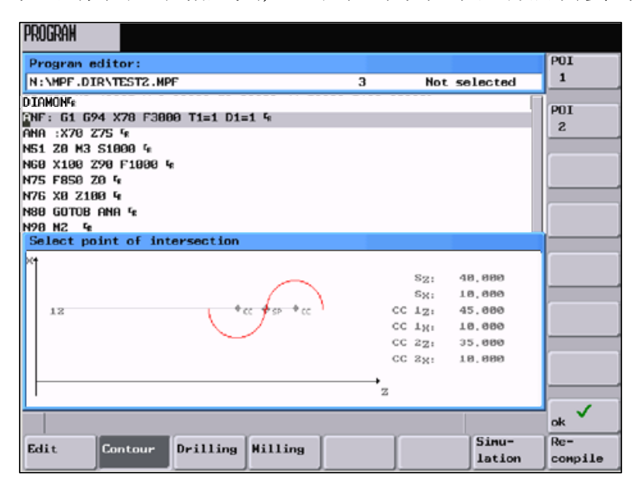


图 6-25　　选择相交点

POI 1

使用相交点1画出轮廓。

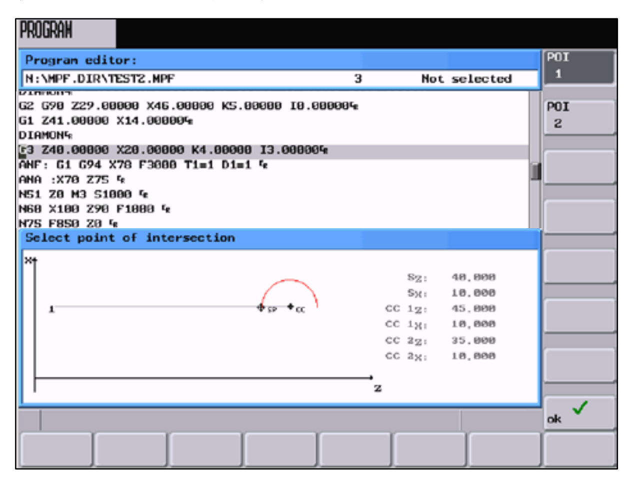


图 6-26

POI 2

使用相交点2画出轮廓。

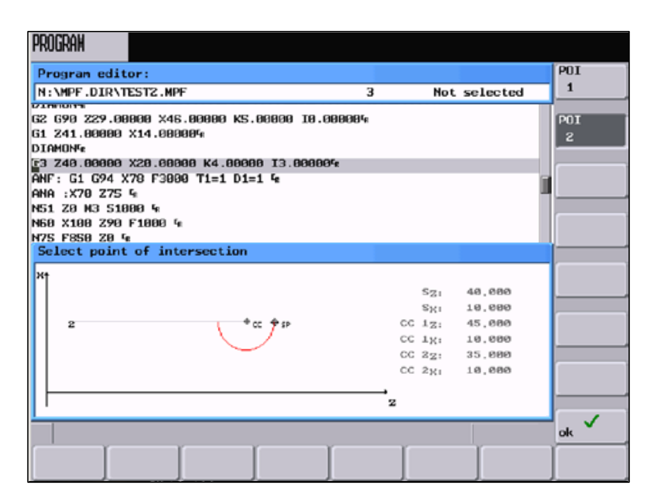


图 6-27

确认

按确认键确认显示轮廓的相交点并输入零件程序中。



此功能可以在两个相邻的圆弧段间插入一个圆弧段。原有的圆弧段由它们的圆心和半径定义，插入的圆弧段只由它的半径定义。

操作者可以在相应的屏幕中定义圆弧段1的圆心和半径，圆弧段2的终点，圆心和半径。另外，还必须定义插入的圆弧段3的半径以及旋转方向。

在帮助屏中显示了所选择的设定值。

按“确认”键，通过输入的值计算三个数据块并插入零件程序中。

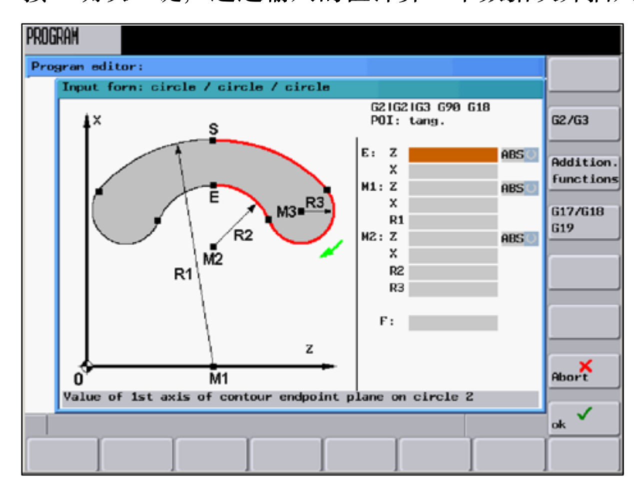


图 6-28　　圆弧-圆弧-圆弧轮廓段计算屏幕

终点	E	1. 平面中的第一第二几何轴 如果未输入坐标，此功能将给出插入的圆弧段和圆弧段2间的中间点。
圆弧1圆心	M1	平面的第1和第2几何轴。
圆弧1半径	R1	圆弧半径1输入区
圆弧2圆心	M2	平面的第1和第2几何轴。
圆弧2半径	R2	圆弧半径2输入区
圆弧3半径	R3	圆弧半径3的输入区域
进给率	F	插补进给率输入区

如果无法通过前面的程序段计算起始点，则在“起始点”屏幕中输入相应的坐标。

G2/G3

使用此软键定义两个圆弧的旋转方向。有以下几种选择:

圆弧段1	插入的圆弧段	圆弧段2
G2	G 3	G2、
G2	G2	G2、
G2	G2	G3、
G2	G3	G3、
G3	G2	G2、
G3	G3	G2、
G3	G2	G3、
G3	G3	G3

圆心和终点可以以绝对值，增量值或极坐标的形式定义。在关联的屏幕中显示当前的设定值。



此功能用于在两条直线中插入一个圆弧（使用切线过渡）。圆弧段由圆心和半径定义。定义第二条直线的终点坐标，或者角度A2。第一条直线由起始点和角度A1定义。

在屏幕中可以定义以下内容:

点	坐标
起始点	• 笛卡儿坐标系坐标 • 起始点是极坐标
圆弧段	• 笛卡儿坐标系坐标和半径 • 圆心是极坐标
终点	• 笛卡儿坐标系坐标 • 终点是极坐标

点	坐标
起始点	• 笛卡儿坐标系坐标 • 起始点是极坐标
圆弧段	• 一个是笛卡儿坐标和半径 • 角度A1或A2
终点	• 笛卡儿坐标系坐标 • 终点是极坐标

如果无法从前面的程序段计算起始点，则必须由操作者设置。

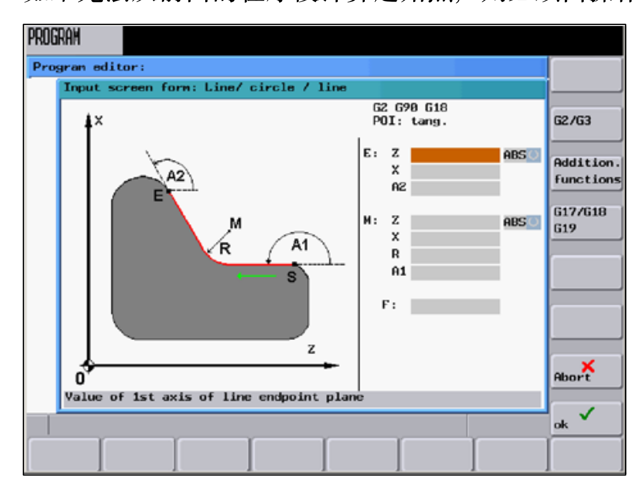


图 6-29　　直线-圆弧-直线

表 6-6　　屏幕中的输入区域

直线2终点	E	定义直线的终点
点	M	平面的第1和第2轴
直线1角度	A1	定义的角度为逆时针方向
直线2角度	A2	定义的角度为逆时针方向
进给率	F	进给率输入区

可以以绝对值，增量值或极坐标定义终点和圆心。根据所定义的数据，屏幕将产生一个圆弧和两条直线程序段。

G2/G3

使用此软键将旋转方向从G2切换到G3。G3将显示。再次按该软键则切换回G2。屏幕上又显示G2。

6.4 模拟

功能

编程的刀具轨迹可以通过线图表示。

操作步骤

当前为自动运行方式，并且已经选择了待加工的程序（参见章节5.1）。



基本画面打开。

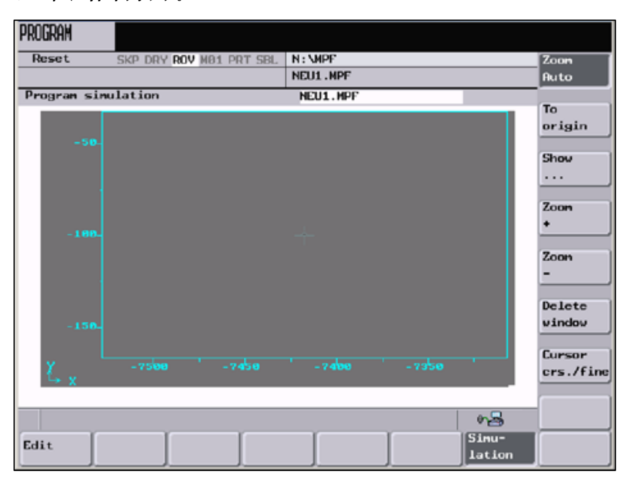
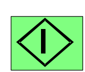


图 6-30 模拟基本画面



按**数控启动键**开始模拟所选择的零件程序。

软键

软键	说明
自动缩放	按此键，可以按比例自动缩放所记录的刀具轨迹。
到原点	按此键，可以恢复到图形的基准设定。
显示···	按此键，可以有不同的显示方式。
所有程序块G17	按此键，可以显示给定平面的运行。
所有程序块G18	按此键，可以显示给定平面的运行。
所有程序块G19	按此键，可以显示给定平面的运行。
显示全部	按此键，可以显示整个工件。

软键	说明
缩放+	按此键，可以放大显示图形。
缩放-	按此键，可以缩小显示图形。
删除 画面	按此键，可以删除显示的图形。
光标 粗/细	按此键，可以调整光标的步距大小。

6.5 通过 RS232 接口进行数据传输

功能

通过控制系统的RS232接口可以读出数据（比如零件程序）并保护到外部设备中，同样也可以从那儿把数据再读入到系统中。当然，RS232接口必须首先与数据保护设备进行匹配。

操作步骤



已经选择了操作区域**程序管理器**，进入所编制NC程序的主目录。

用光标选择要传输的文件或者**全选**。

复制

并把它们拷贝到中间存储器上。

RS232

选择**RS232**并选出需要的传输模式。

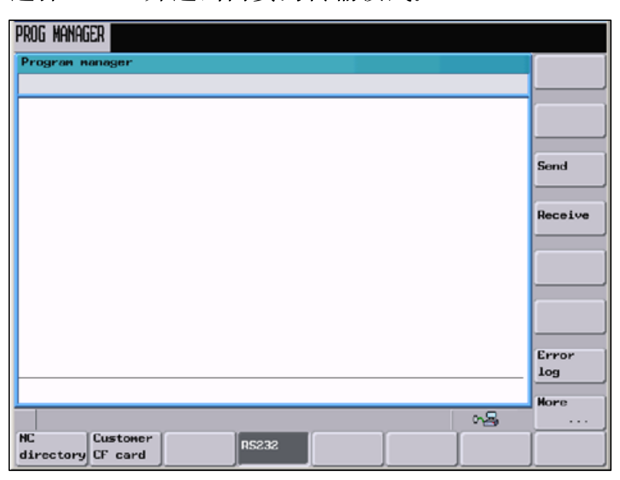


图 6-31 读出程序

发送

用**发送**键开始数据传输。将传输中间存储器上复制的所有文件。

其它键

接收

通过RS232接口加载文件。

故障记录

传输记录将列出所有传输文件及其状态信息。

- 对于输出的文件
  文件名
  一个故障应答
- 对于输入的文件
  文件名和路径说明
  一个故障应答

传输信息:

确认	传输结束，没有出错
ERR EOF	已接收了文档末尾字符，但存档文件不完整
超时	时间监控发送传输中断
用户中断	通过软键**停止**结束传输
故障端口	端口COM1故障
NC/PLC故障	NC发送故障信息
故障数据	数据故障 1. 读取文件带/不带引导符 或者 2. 发送的穿孔带格式的文件没有文件名
故障文件名	文件名不符合NC名称规定。

7 系统

功能



加


在操作区域“系统”中包含了所有用于参数设定、分析NCK和PLC的功能。

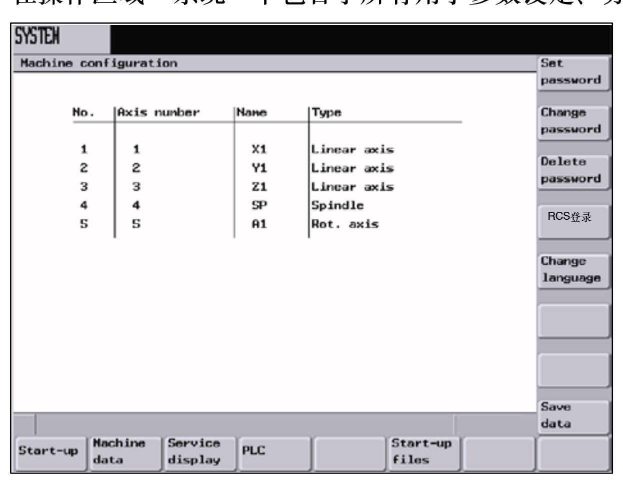


图 7-1　　系统基本画面

根据所选择的功能，可以在水平软键栏和垂直软键栏之间进行切换。在下列菜单树中只介绍水平软键。

调试	机床数据	显示服务	PLC		调试文件		
NC	通用数据	轴服务	Step 7 连接		802数据		
PLC	轴数据	驱动服务	PLC状态		用户CF卡		
	通道数据	Profibus 服务	状态表				
	驱动数据	控制服务	PLC程序		RS232		
			程序列表				
	显示机床数据						
	伺服轨迹	伺服轨迹					
		版本	编PLC报警文本				

图 7-2　　系统菜单树（仅水平级）

软键

下面描述基本画面的垂直软键。

设置口令

设置口令

控制系统划分了3个口令等级，允许不同的存取权限:

- 系统口令
- 厂商口令
- 用户口令

对应所选的存取等级（参见“技术手册”）可以改变一定的数据。

如果不知道口令，就没有存取权限。

说明

亦可参见SINUMERIK 802D sl “列表”。

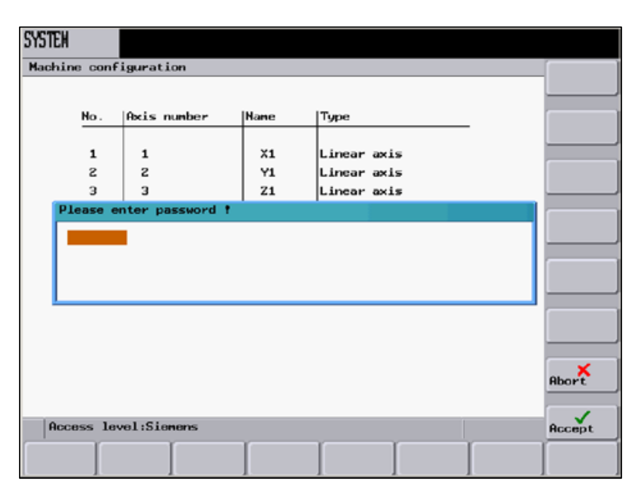


图 7-3　　输入口令

按**确认**键确定了口令设置。
按**中断**键取消并返回*系统* 基本画面。

更改口令

更改口令

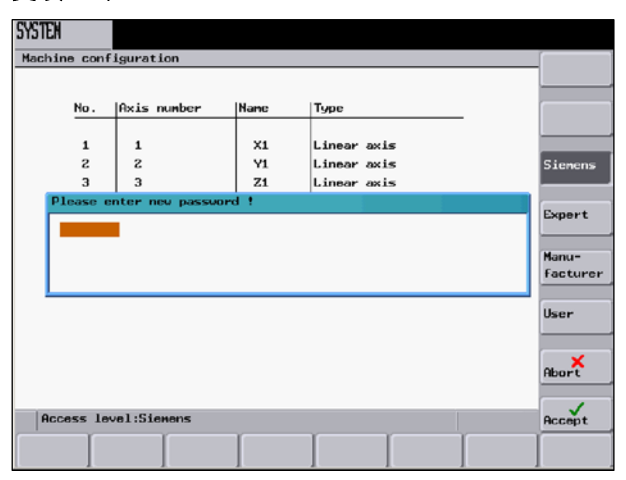


图 7-4　　更改口令

根据不同的存取权限，软键条提供了更改口令的多种可能性。

用软键选择口令等级。输入新的口令并按**确认**结束输入。

为了确认要求再次输入口令。

按**确认**结束口令更改。

按**中断**不做更改返回初始画面*IBN*。

删除口令

复位存取权限

RCS登录

在网络中进行用户登录（参见章节1.5）

更改语言

语言切换

用软键**更改语言**可以切换前台和后台语言。

保存数据

保存数据

此功能将短效存储器中的内容保存到非短效存储范围中。
前提: 没有程序正在处理中。

在进行数据保存时，不允许任何操作！

7.1 系统 - 软键（IBN）

调试

启动调试

NC

选择NC上电方式
使用光标选择所需要的模式。

- 正常上电
  系统重新启动
- 用缺省值启动
  用标准值重新启动（供货时的初始状态）
- 用存储值启动
  用上次关机时所存储的数据重新启动（参见数据保存）

PLC

PLC可以按下列方式启动:

- **重启** 重新启动
- **总复位** 全部删除

此外，也可以用**调试方式**进行启动。

确认

按“**确认**”键复位控制系统，并按所选择的方式重新启动。

按“**返回**”键系统不执行任何动作而返回系统基本画面。

7.2 系统 - 软键（MD）

机床数据

机床数据

修改机床数据对机床的影响很大。

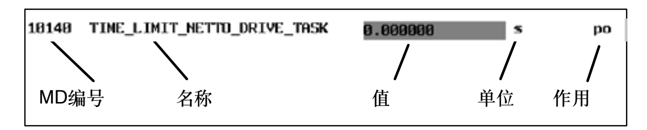


图 7-5 机床数据显示行的结构

生效方式	so	立即生效
	cf	确认后生效
	re	复位后生效
	po	上电



小心

参数设置错误会损坏机床。

机床数据可以分为不同的数据组。

通用数据

通用机床数据

打开*通用机床数据*窗口。用翻页键向前和向后翻页。

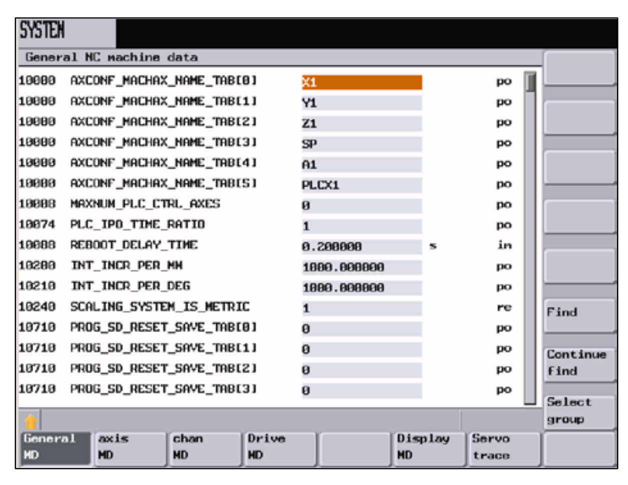


图 7-6 机床数据基本画面

轴数据

轴专用机床数据

按此*键可以打开轴数据*窗口。用软键 “**轴+**” 和 “**轴-**” 选择相应的坐标轴。

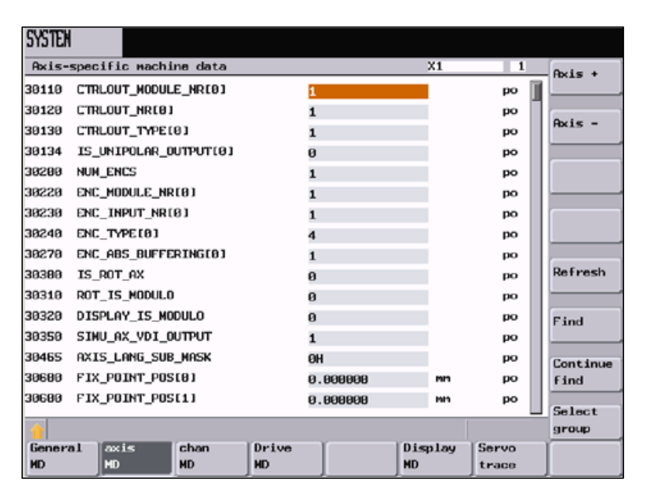


图 7-7　　轴专用机床数据

显示坐标轴1的数据。

轴+

轴-

按软键**轴+** 或**轴-**可以在屏幕上显示下一个轴或前一个轴的机床数据区。

搜索

搜索

键入所要查询的机床数据的序号和名称，然后按“**确认**”键。

光标跳转到所要查找的数据。

继续搜索

按此键继续接下去的搜索。

选择组

使用该功能可以在当前的机床数据组中选择不同的显示筛选器。以下的软键可供使用:

“**专家**”键：按此键选择专家方式下供显示的所有数据组。

“**筛选器有效**”键：按此键激活所选择的数据组。离开该窗口后，只有所选择的数据在机床数据画面下可见。

“**选择所有数据**”键：按此键选择所有显示的数据组。

“**不选所有数据**”键：所有的数据组均不选择。

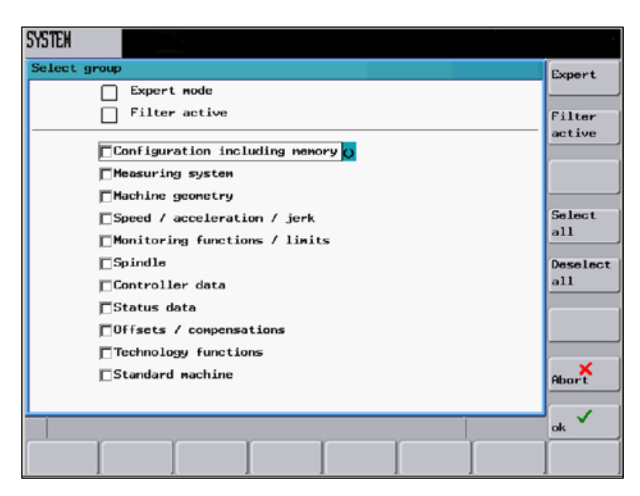


图 7-8 显示筛选器

通道数据

通道专用机床数据

按此键可以打开*通道专用的机床数据*窗口。用光标键向前翻页或向后翻页。

驱动数据

SINAMICS驱动系统机床数据

打开驱动系统机床数据对话框。

第一个对话框窗口显示当前的配置以及控制单元、供电单元和驱动单元的状态。

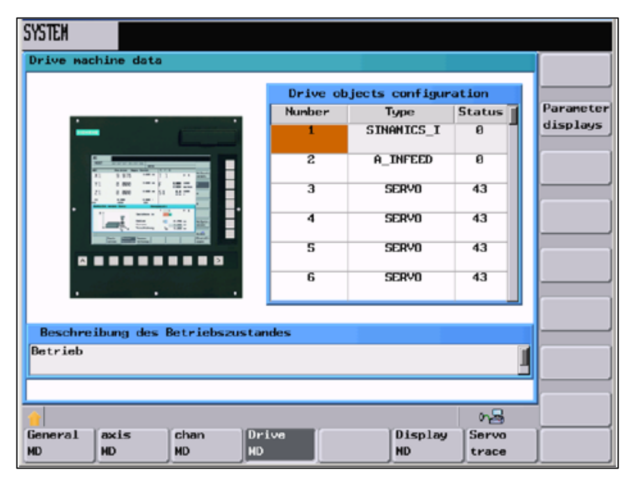


图 7-9 配置一览

要列出参数，可将光标置于所需要的单元上，并按下软键**显示参数**。参数的说明可在SINAMICS驱动系统文献中查到。

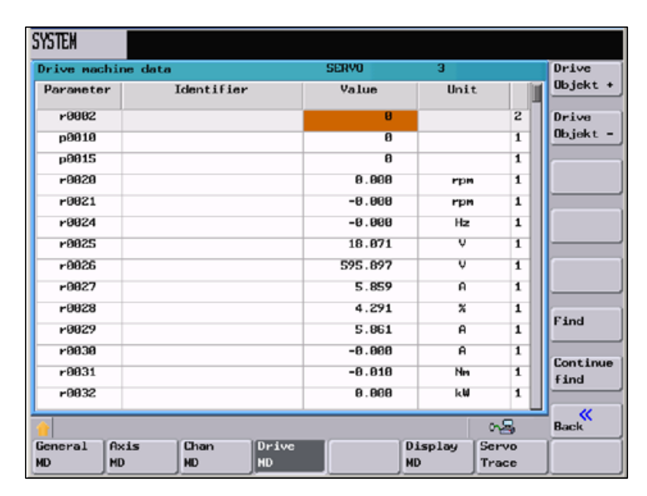
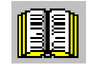


图 7-10　　参数表

显示机床数据

显示机床数据

按此键 *显示机床数据*。用光标键向前翻页或向后翻页。



阅读说明

在制造商文献中可以找到对机床数据的说明:
“SINUMERIK 802D sl列表”
“SINUMERIK 802D sl功能手册”。

改变颜色

用**颜色软键**和**颜色窗口**可以设置用户自定义颜色。所显示的颜色由红、绿和蓝色组成。在**编辑颜色**窗口的输入区中显示当前设置值。改变值生成所需颜色。并能改变亮度。

输入结束后会短暂显示新的混合比例。通过光标键在输入区之间切换。

按**确认**键接收设置并关闭对话框。按**中断**键取消更改并关闭对话框。

颜色软键

此键可以改变说明及软键区的颜色。

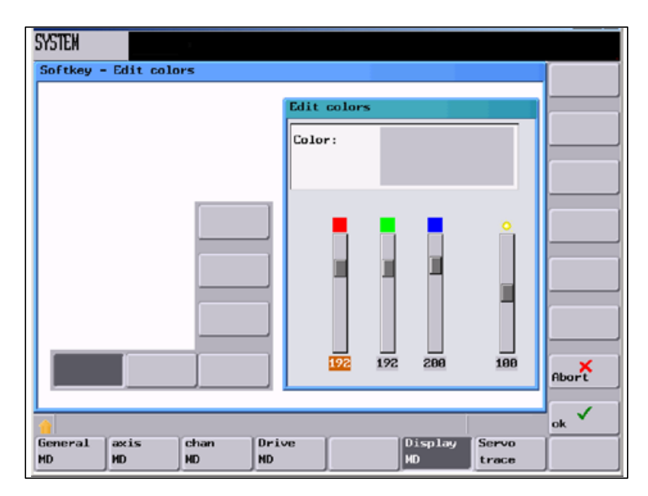


图 7-11 *“彩色软键”*

颜色窗口

此功能可以改变对话框的颜色。
激活窗口键分配焦点窗口的设置，而**非激活窗口**键配置非激活窗口。

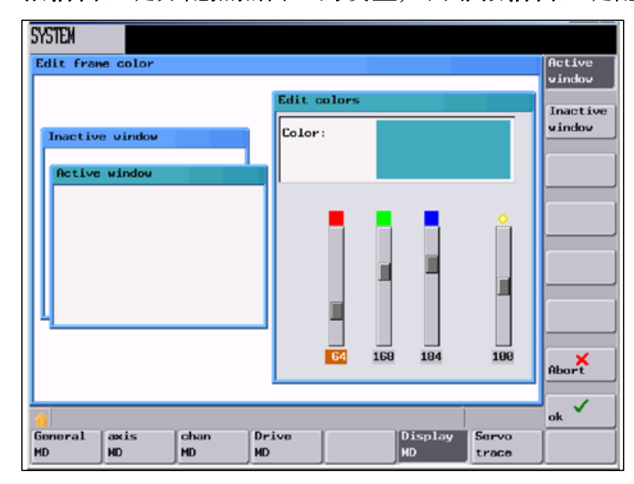


图 7-12 *“彩色窗口”*

7.3 系统 - 软键（显示服务）

显示服务

显示*轴信息*窗口

轴服务

该窗口显示轴的相关信息。

按软键“**轴+**”和“**轴-**”可以显示后一轴或前一轴的信息。

驱动服务

该窗口显示数字驱动信息。

Profibus服务

该窗口显示Profilbus设定信息。

控制服务

此键激活“运行记录器”。

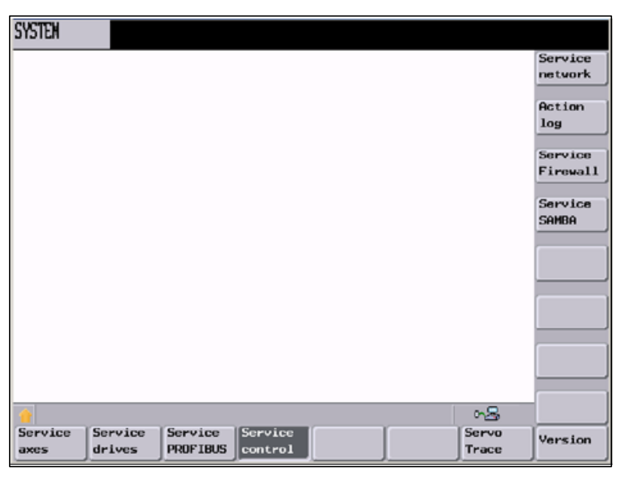


图 7-13 *控制服务*

网络服务

网络配置（参见章节1.5）

运行记录器

此功能**记录维修情况**，并列出记录的所有事件。

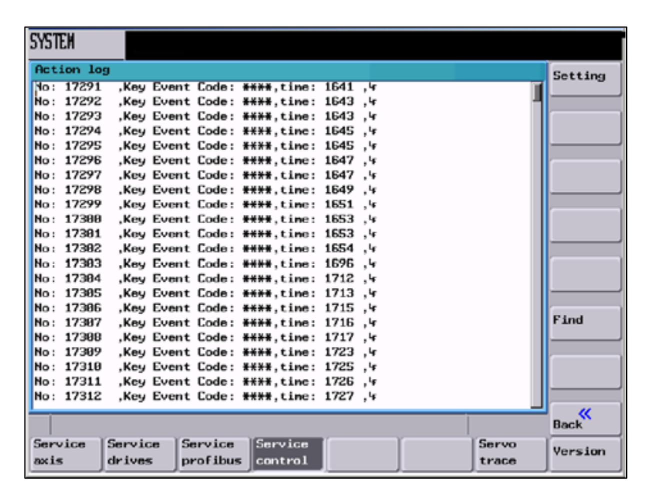


图 7-14 *运行记录器*

设置

此功能可以选择显示特定的事件。
通过TAB键在“显示所有数据”和“显示数据组”之间切换。

表 7-1 数据组

数据组	含义
键已按下	键盘输入
时间标记	印时戳
窗口管理器故障信息	窗口管理器故障信息（仅在系统内部有意义）
操作系统故障信息	操作系统QW故障信息（仅在系统内部有意义）
TCS故障信息	故障信息TCS（仅在系统内部有意义）
改变模式	设置的运行模式
通道状态	通道状态
IPO倍率值切换	切换IPO倍率值
MCP	机床控制面板
收到的报警信息	NC/PLC报警信息
已删除的报警信息	已删除的NC/PLC报警信息

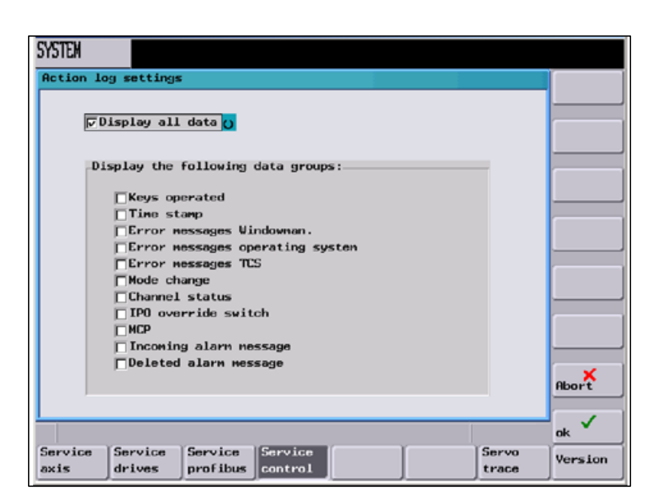


图 7-15

搜索

此功能按照给出的搜索定义在整个事件列表中查找。
可以从列表开头或者当前光标位置开始查找。

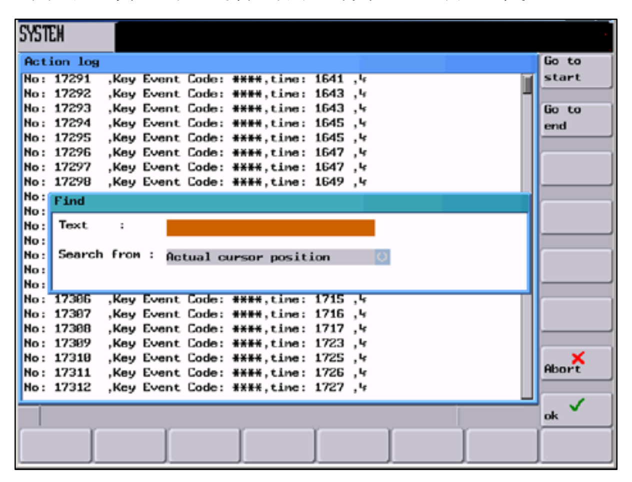


图 7-16

防火墙服务

防火墙的配置（参见章节1.5）

网络服务

SAMBA连接的配置

伺服轨迹

在优化驱动的时候使用示波器功能，从而可以用图像显示:

- 速度给定值
  速度给定值对应于+10V接口。
- 轮廓偏差
- 滞后量
- 当前位置值
- 设定位置值
- 精准停/粗准停

可以按不同的标准启动记录，保证与内部控制状态同步记录。必须用“**信号选择**”键进行设定。

对记录结果进行分析时可以使用如下功能:

- 改变横坐标和纵坐标刻度线。
- 使用水平标记线和垂直标记线测量某个值。
- 测量两个标记位置之间横坐标差值和纵坐标差值。
- 把结果作为一个文件存储到零件程序目录下。然后可以通过RCS802或CF卡读出文件，并通过MS Excel编辑数据。

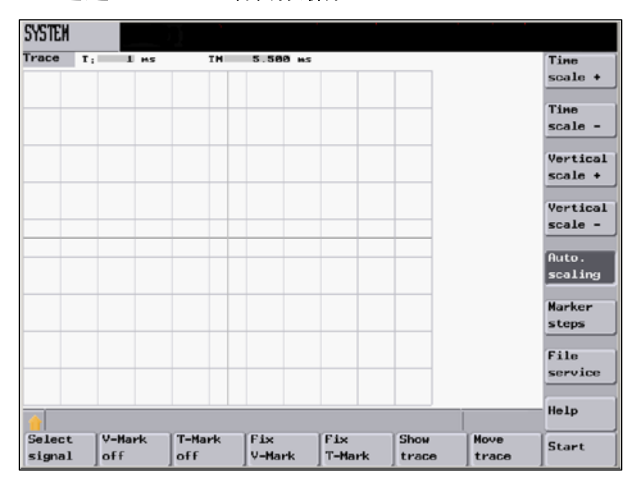


图 7-17 *伺服轨迹*基本画面

图中标题栏内包含有当前横坐标刻度和水平刻度线差值。

上图可以用光标键在可见区域内移动。

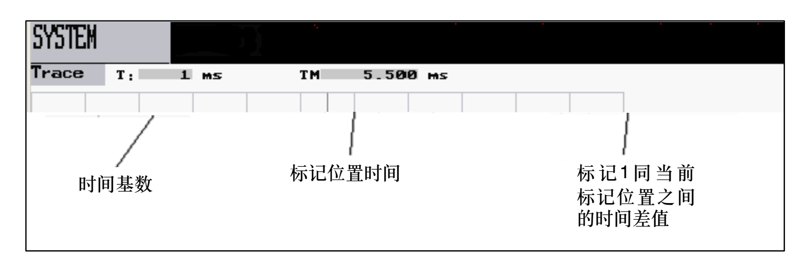


图 7-18 各区域的定义

选择
信号

此菜单用于测量通道的参数设定。

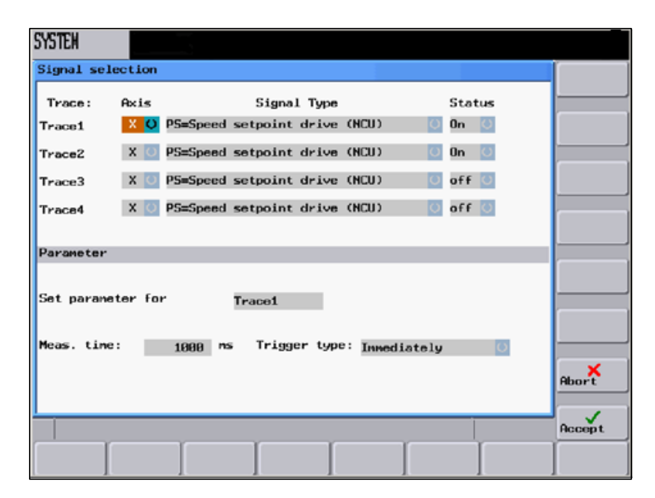


图 7-19

- **坐标轴选择:** 在“坐标轴”转换区域可以选择不同的坐标轴。
- 信号类型: 滞后量
  调节器差值
  轮廓偏差
  位置实际值
  速度实际值
  速度给定值
  补偿值
  参数组
  位置给定值调节器输入端
  速度给定值调节器输入端
  加速度给定值调节器输入端
  速度预调值
  信号精准停
  信号粗准停
- **状态:** 开 在通道中进行记录
  关 通道不工作

在屏幕的下半部，可以为通道设定参数“测量时间”和“触发”类型。所有其它的通道均采用这种设定。

- **测量时间的确定:** 在此选项下直接给定测量时间，单位毫秒。适用于所有的轨迹轴。
- **触发类型的选择:** 把光标移到触发类型选项上，按触发键进行选择。
  - 立即开始，即在按下开始键后就立即触发
  - 正沿触发
  - 负沿触发
  - 精准停到达
  - 粗准停到达



用软键“**标志打开/标志关闭**”可以打开或关闭辅助线。

固定 V标记

固定 T标记

利用标记线可以计算水平方向或垂直方向的差值大小。为此只需把刻度线定位到起始点，然后按软键“**固定H-标记**”**或**“**固定T-标记**”。移动标记线之后，屏幕上就会显示出起始点和当前标记位之间的差值。而软键名则转换为“**释放H-标记**”或“**释放T-标记**”。

显示 轨迹

该功能打开另一个菜单级，在该菜单上有用于显示图表隐藏图表的软键。如果软键背景为黑色，则显示所选轨迹通道的图形。

时间比例+

时间比例-

此功能用于放大/缩小时间基线。

垂直比例+

垂直比例-

此功能用于增加/降低分辨率（放大倍率）。

标记 步长

使用该功能可以定义标记线的宽度大小。

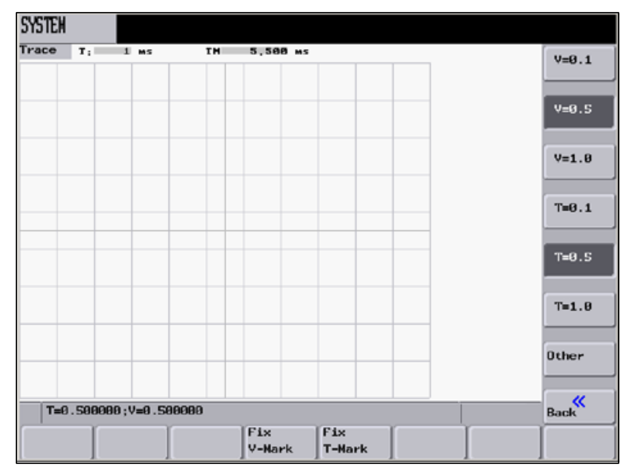


图 7-20

通过移动光标键，按一个增量为一个步距移动标记线。大的步距尺寸可以通过在输入区输入数值确定。该值说明每移动一个光标标记线（使用**<SHIFT>+拖动光标**）可以移动多少个刻度线。如果标记线移动到图形的边缘，则水平方向或垂直方向的下一个刻度线会自动跳出。

文件服务

该功能用于保存或装载轨迹参数。

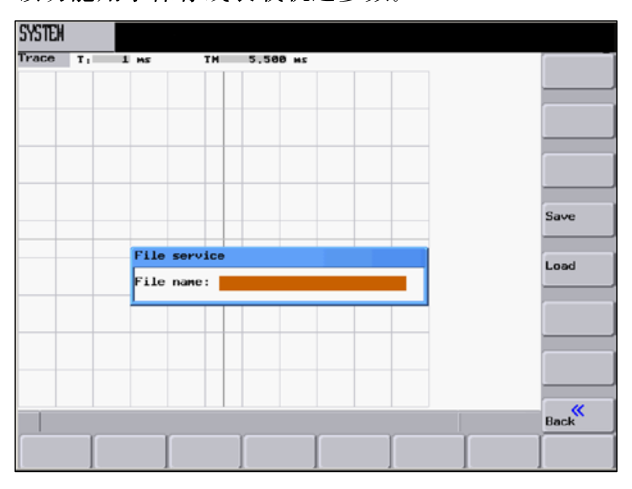


图 7-21

在文件名区域填写文件名，无需扩展名。

按**存储**键把数据存储在零件程序目录中指定名称下。该文件可以读出，并可以用MS Excel对数据进行编辑。

按**装载**键上载指定文件，并以图形方式显示出数据。

版本

在此窗口中含有版本号以及各个CNC部件的产生日期。

HMI细节

HMI细节在维修时使用并且只能通过用户密码访问。将显示操作者编程的所有程序以及它们的版本号。通过重新载入软件，版本号可以不同。

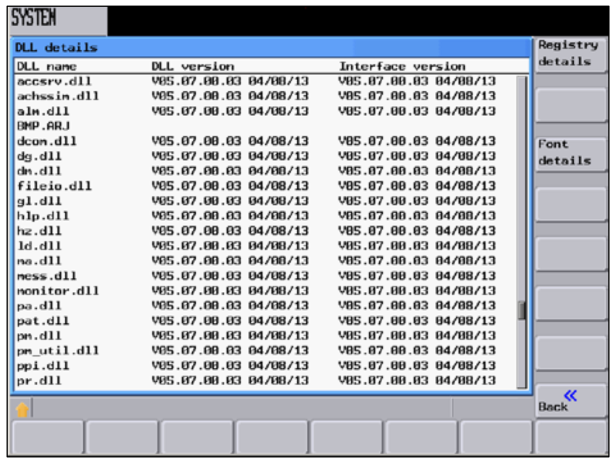


图 7-22　　版本HMI菜单区

登记细节

此功能可以以列表形式显示待执行的程序的硬键（功能键“加工”、“偏移”、“程序”…）分配情况。各列的具体含义，请参照下表。

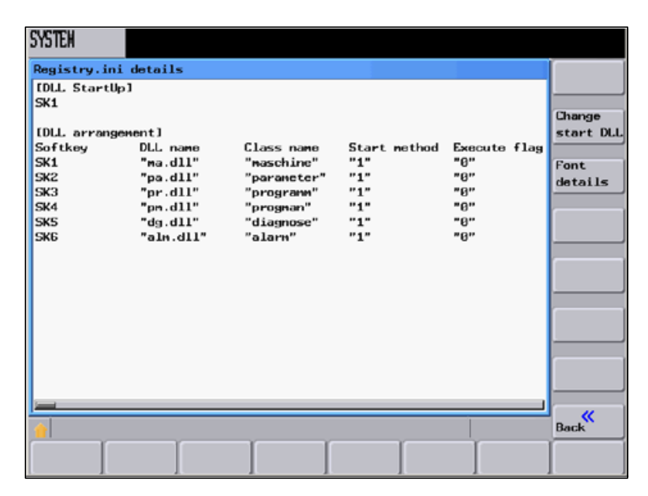


图 7-23

表 7-2 [DLL配置]下条目的含义

名称	含义
软键	SK1到SK7硬键配置1到7
DLL名称	待执行程序的名称
类名称	列确定接收消息的名称
启动方法	程序启动后执行的功能号
执行标志 （执行类型）	0 程序由基本系统管理 1 基本系统启动程序，然后控制载入的程序
文本文件名称	文本文件的名称（无扩展名）
软键文本标识 （SK ID）	保留
密码级别	程序的执行取决于密码级别
SK等级	保留
SK文件	保留

字体细节

列出已加载字符程序段的数据。

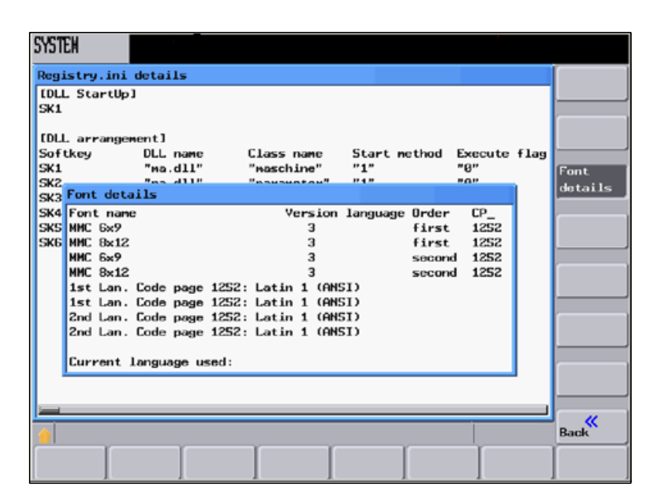


图 7-24



定义启动程序。

系统上电以后，系统自动启动“加工”操作区（SK1）。如果需要其他启动特性，则可以使用该功能确定其他的启动程序。

键入当系统上电后所需启动的程序号（“软键”列）。

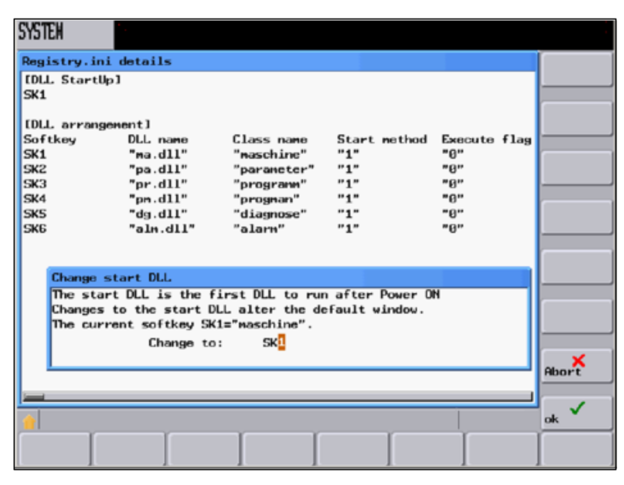


图 7-25 修改DLL启动

7.4 系统 - 软键（PLC）

PLC

按此键可以使用其它诊断功能，并可调试PLC。

Step 7 连接

该软键打开用于STEP 7连接的接口参数的配置窗口（也可参见编程工具描述“通讯”）。

如果系统上RS232接口正用于数据传输，则必须等到数据传输结束后，才可以通过此接口使系统与编程软件包进行链接。

激活连接后，进行RS232接口的初始化。

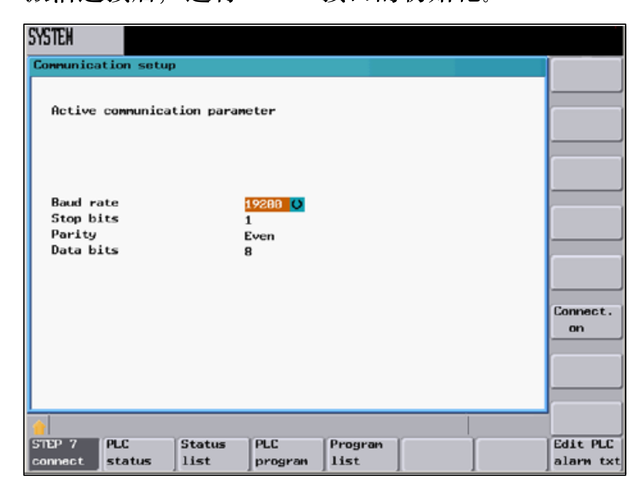


图 7-26 激活/取消激活用于编程工具的RS232

可以在转换区设定波特率。可以设定为：9600/19200/38400/57600/115200。

连接开启

连接关闭

该功能用来激活控制系统与PC/PG之间的连接。等待调用编程工具。在该状态下不可以在设置中进行任何修正。
软键名变换为“**连接关闭**”。
通过按下“**连接关闭**”由控制系统至任意位置的传输中断。现在可以在设置中进行修改了。

有效状态及无效状态不受上电（除了带缺省数据的引导启动）的影响一直保持。有效的连接会通过状态栏（参见表1-2）上的符号显示出来。

按**返回**键退出菜单。

编PLC 报警文本

使用此功能可以添加或修改PLC报警信息。移动光标选择所要求的报警号。此时在输入行中显示当前的报警文本。

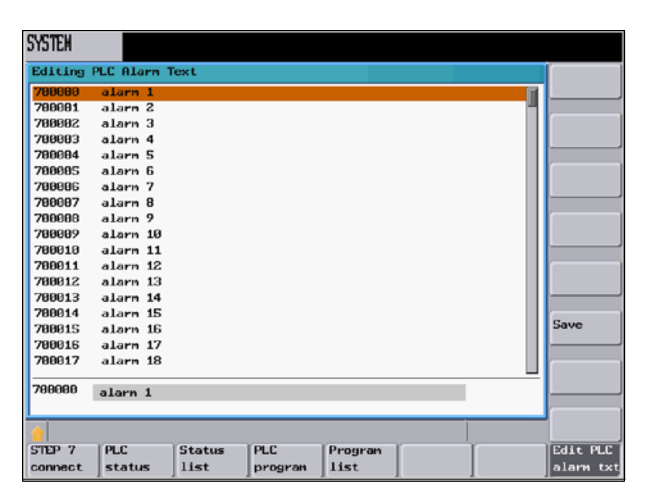


图 7-27 PLC报警文本的处理

在输入行输入新的文本。按“**输入**”键确认输入，然后按“**存储**”键进行存储。

有关符号的规定请参见安装调试手册。

7.5 系统 - 软键（IBN文件）

调试文件

该项功能能够建立、读出和读入调试文档和PLC项目（参见章节7.6）。
该窗口显示了所选驱动器内容的树形结构。水平软键列表显示可使用的驱动器，以供选择。垂直软键包含用于该驱动器的允许的控制功能。

固定的配置有:

- 802D数据　　调试数据
- 客户CF卡　　CF卡上的客户数据
- RS232　　串行接口

所有数据的操作遵循“复制 & 粘贴”的原则。

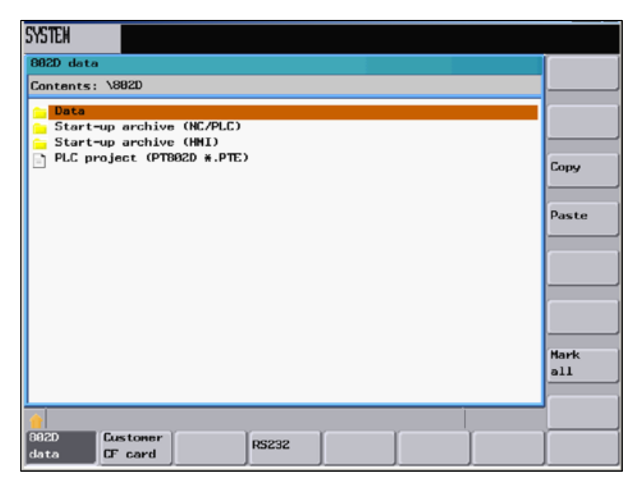


图 7-28

802D 数据

单个的数据组在“802D数据”范围内有以下含义:

- 数据:　　机床数据
设置数据
刀具数据
变量R
零点偏移
补偿: 导螺杆错误（SSFK）
全局用户数据

  这些数据是专用的初始数据并作为ASCII文件传输。

- 调试文档（NC/PLC）:　　NC数据
NC目录
显示机床数据
补偿: 导螺杆错误
PLC用户报警文本
PLC项目
驱动机床数据

  这些数据组成了NC和PLC数据的调试文件，并按照二进制HMI存档格式传输。

- 调试文档（HMI）　　用户循环
  用户目录
  语言文件SP1
  语言文件SP2
  启动画面
  在线帮助
  HMI位图

  这些数据构成了HMI数据的调试文件，并按照二进制HMI存档格式传输。

- PLC项目（PT802D *.PTE）

  在编程工具中对PLC设计进行操作，可以支持在控制系统和编程工具间直接交换的输出格式，而不用进行转换。

用户CF卡　利用此功能就可以用CF卡交换数据。有以下功能可用:

重命名　可以改变光标选中的文件的名称。

新目录　在CF卡上创建新的目录。

复制　在中间存储器上复制一个或多个文件。

粘贴　把文件或者目录从中间存储器插入当前目录。

删除　从配置列表中删除选中的文件名。

全选　选中下步操作的所有文件。

RS232　使用该功能可以通过RS232接口读入和读出数据

设置　此功能可以显示并改变接口参数。设置改变立即有效。

软键功能**保存**从关闭的时间点起保存所选的设置。

按软键**缺省设置**将所有设置恢复到缺省状态。

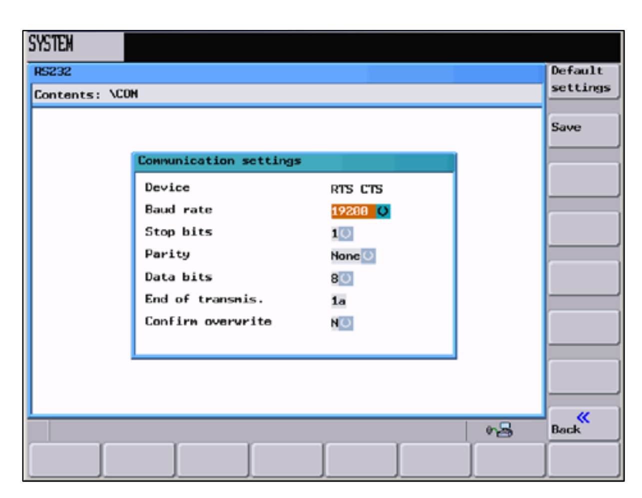


图 7-29　　RS232接口参数

接口参数

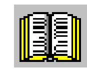
表 7-3　　接口参数

参数	说明
仪器类型	**RTS/CTS** 信号RTS（请求发送）控制数据传输设备的发送过程。 信号激活：进行数据传送。 信号不激活：当所有的传输数据被发送后，才停止发送过程。 CTS信号用作RTS的应答信号，表明数据传输设备已经做好运行准备。
波特率	可以调节的接口速度: 300波特 600波特 1200波特 2400波特 4800波特 9600波特 19200波特 38400波特 57600波特 115200波特
停止位	异步传输时的停止位数。 输入: 1个停止位（预设定） 2个停止位
奇偶校验	利用奇偶校验可以判别是否出错。它附加到编码的字符上，使设置为“1”的位数为奇数个或偶数个。 输入: 没有奇偶性（预设定） 奇偶性为偶 奇偶性为奇

表 7-3 接口参数

参数	说明
数据位	异步传输时的数据位数。 输入: 7个数据位 8个数据位（预设定）
确认覆盖	Y: 在读入时检查文件是否已经在NC中存在。 **N**: 文件不经询问就进行覆盖。

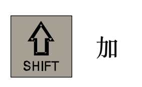
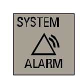
7.6 开机调试文档设置、读入或读出



阅读说明

/BA1/SINUMERIK 802D sl “安装调试”、章节“数据保存和串行调试”

操作步骤

调试文件

在系统操作区内选择软键**调试文件**。

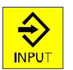
创建调试文档

调试文档可以包括所有组件或者选择部分组件进行创建。

对于选择性创建必须进行以下操作:

802D 数据

在802D数据菜单中用方向键**选择调试文档（NC/PLC）**一行。



按输入键 打开目录，并用光标选中所需要的行。

复制

用**复制**键把文件拷贝到中间存储器上。

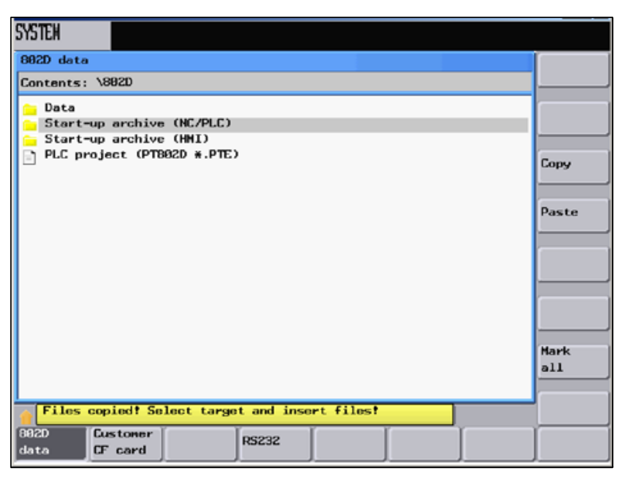


图 7-30　　拷贝完整的开机调试文档

在CF卡上写调试文档

前提: CF卡已插上，而且调试文档已经复制在中间存储器上。

操作步骤:

用户CF卡

选择**用户CF卡**菜单和要保存处（目录）。

粘贴

用软键**粘贴**把文件从中间存储器调出并插入。

在已经打开的对话框中确认缺省名称或者输入新名称，并按**确认**键确认。

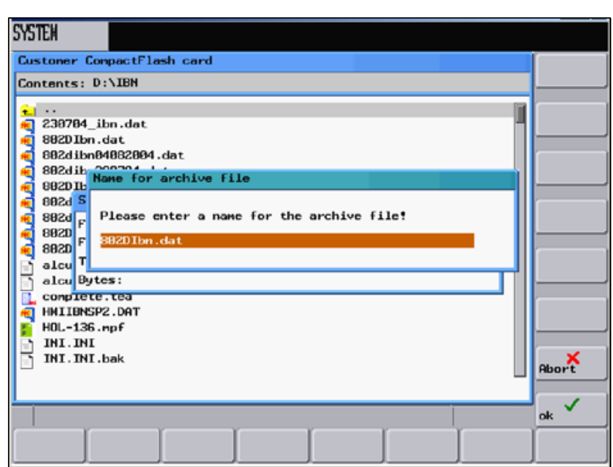


图 7-31

通过RS232读出调试文档

前提: 调试文档已经复制在中间存储器上，且RS232连接已设置。

操作步骤:

RS232

发送

选择菜单**RS232**并按**发送**键。

在PC上:

- 启动WinPCIn
- 激活二进制模式传输
- 选择菜单**接收数据**并确定文件名。

首先读取所有数据并进行中间存储。如果所有数据都到位，将自动启动发送过程，PC(WinPCIn) 接收数据。

如果在创建文档时出现错误（如: 驱动已关闭），则不进行数据传输。将打开记录窗口，显示生成过程和故障。

通过RS232读入调试文档

读入调试文档必须执行下列步骤:

RS232

接收

选择菜单**RS232**并按**接收**键开始读取。

在PC上:

- 启动WinPCIn
- 激活二进制模式传输
- 打开文档文件并用**发送数据**开始传输
- 在控制系统确认起始对话框。

从CF卡读入调试文档

读入调试文档必须执行下列步骤:

1. 插入CF卡
2. 在菜单**用户CF卡**上选择所需的文档文件
3. 用**拷贝**键把文件拷贝到中间存储器上。
4. 选择菜单**802D数据**并定位在**调试文档**（**NC/PLC**）行
5. 用**粘贴**键开始调试
6. 在控制系统确认起始对话框。

7.7 读入和读出PLC项目

读取项目时，项目被传输到PLC的文件系统中，随后被激活。通过系统热启动可以结束激活。

从CF卡上读入项目

读入PLC项目时必须执行以下操作:

1. 插入CF卡
2. 在菜单**用户CF卡**上选择所需PTE格式的项目文件
3. 用**拷贝**键把文件拷贝到中间存储器上。
4. 选择菜单**802D数据**并定位**在PLC项目**（**PT802D *.PTE**）
5. 用**粘贴**开始读取并激活。

在CF卡上写入项目

必须执行以下操作:

1. 插入CF卡
2. 在菜单**802D数据**中用方向键选择**PLC项目**（**PT802D *.PTE**）
3. 用软键**拷贝**到中间存储器上
4. 选择菜单**用户CF卡**
5. 查找存储位置并按软键**粘贴**。

7.8 使用梯形图进行 PLC 诊断

功能

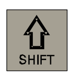
PLC用户程序中包含了大量的逻辑运算来实现安全功能和支持加工步骤。这些螺距运算包括各种触点和继电器的连接。通常，每个触点或继电器故障会导致整个系统/安装的失效。

为了找到故障/错误或程序的错误，在“系统”操作区中提供了各种诊断功能。

说明

这里无法对程序进行编辑。

操作步骤



加



PLC

在“系统”操作区选择**PLC**软键。

PLC 程序

打开存储在永久存储器中的项目。

7.8.1 屏幕结构

在用户手册的1.1章节中详细说明了屏幕的各个分区。以下介绍了关于PLC诊断的所有偏差和修改。

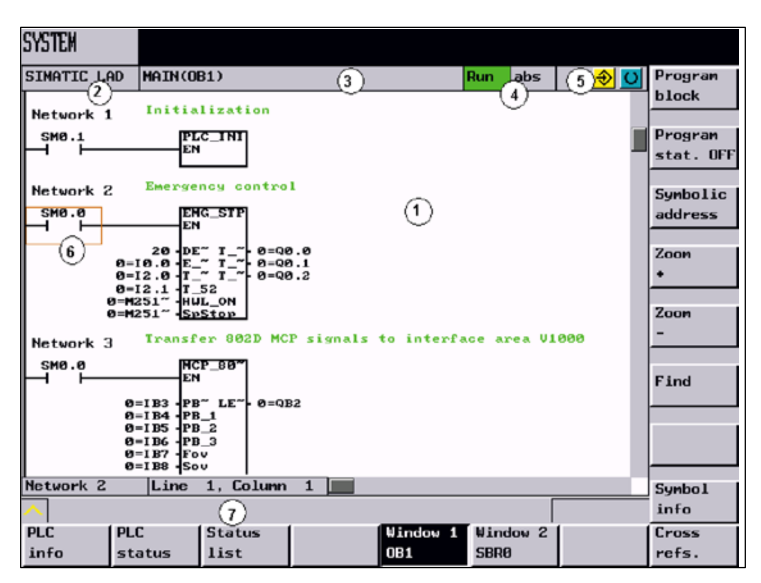


图 7-32 屏幕结构

图中元素	显示	含义
1	应用程序区	
2	支持的PLC编程语言	
3	有效的程序段名称 表示法：符号名称（绝对值名称）	
4	程序状态	
	RUN	程序运行
	STOP	程序停止
	应用程序区状态	
	Sym	符号表示法
	abs	绝对值表示法
5		有效键显示
6	焦点 执行光标选中的任务	
7	提示行 包含用于搜索的注释	

7.8.2 操作选项

除了软键和方向键，还提供了更多的键的组合。

组合键

光标键在PLC用户程序中移动。当到达窗口边界时，它会自动滚动。

表 7-4 组合键

组合键	动作
NEXT WINDOW 或者 CTRL ←	到达行的开端
END 或者 CTRL →	到达行的结尾
PAGE UP	翻至上一屏
PAGE DOWN	翻至下一屏
←	左移一个区域
→	右移一个区域
↑	上移一个区域
↓	下移一个区域
CTRL NEXT WINDOW 或者 CTRL ↑	到达第一个网络的第一个区域
CTRL END 或者 CTRL ↓	到达第一个网络的最后一个区域
CTRL PAGE UP	在同一个窗口中打开下一个程序段
CTRL PAGE DOWN	在同一个窗口中打开上一个程序段
SELECT	选择键的功能取决于输入焦点的位置。 • 在表格中显示完整文本行 • 使用程序段标题时，显示程序段注释 • 使用命令时，显示完整运算符
INPUT	使用命令时，显示包含注释的所有的运算符信息。

软键

PLC信息

"PLC信息"菜单显示了PLC类型，PLC系统版本，循环时间和PLC用户程序运行时间。

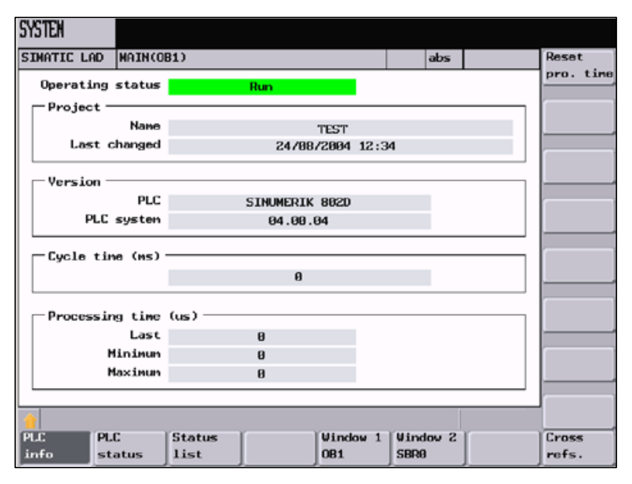


图 7-33　　PLC信息

复位程序时间

使用此软键刷新窗口中的数据。

PLC状态

执行程序时，可以在PLC状态菜单中读和修改一些变量。

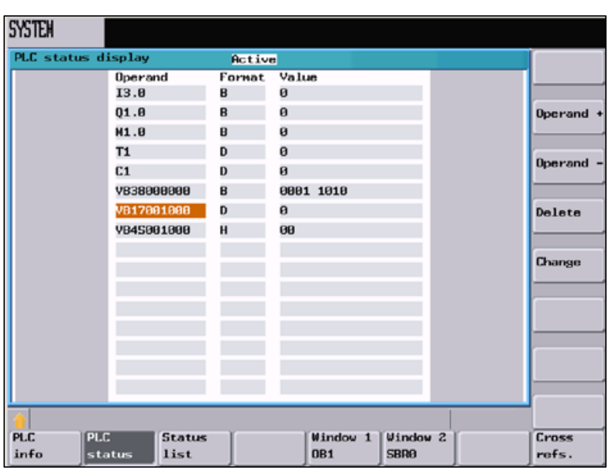


图 7-34　　PLC状态显示

状态表

使用"**PLC状态表**"功能，可以显示并修改PLC信号。

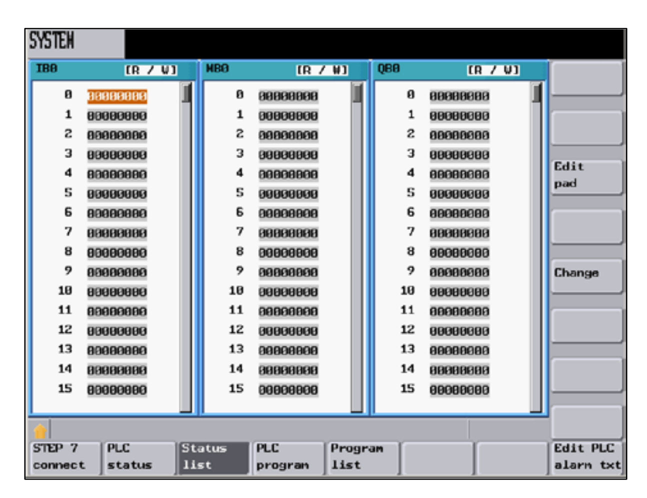


图 7-35 状态表

窗口1
OB1

此窗口显示了相关程序段中，正在运行的PLC程序的所有的逻辑和图形信息。LAD（梯形图）中的逻辑被清晰地分成程序部分和当前的路径，称为程序段。通常，以LAD编写的程序表示使用各种逻辑运算形成的电流图。

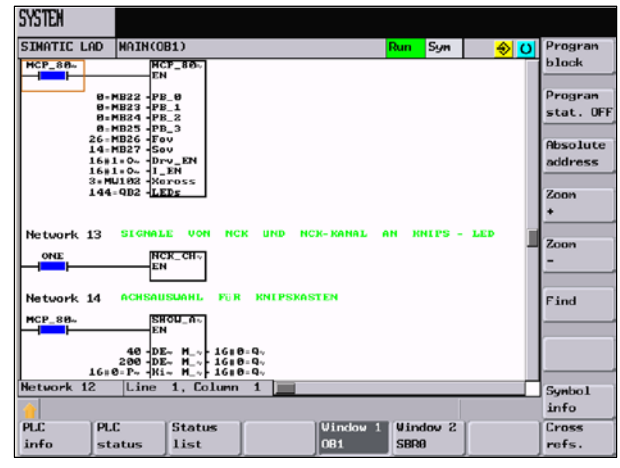


图 7-36 窗口OB1

在此菜单中，可以切换运算的符号表示法和绝对值表示法。而且，可以使用不同的分辨率查看所需的程序段以及搜索某个运算符。

程序段

此软键可以显示PLC程序段的列表。使用**光标上/ 光标下**或者**页码上/页码下**键选择想要打开的PLC程序段。当前的程序段显示在列表的信号栏中。

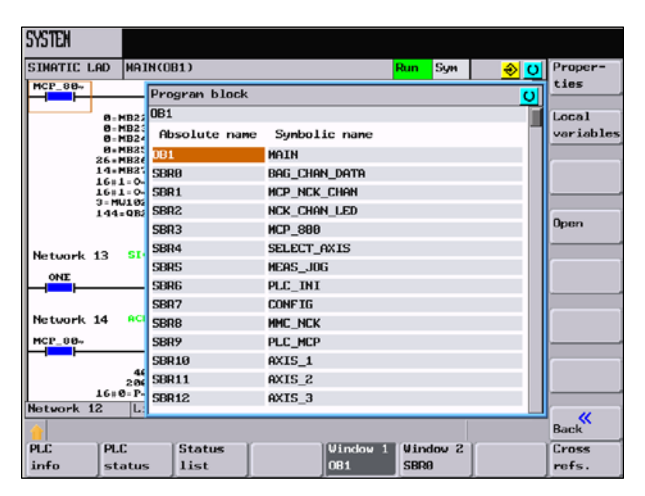


图 7-37　　PLC程序段的选择

特性

使用该软键可以显示所选程序段在创建PLC项目时所保存的相应说明。

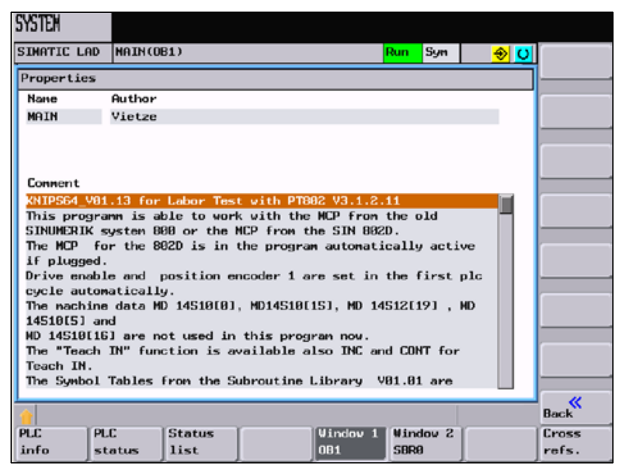


图 7-38　　所选PLC程序段的特性

局部
变量

按此软键显示了所选程序段的局部变量表。

有两种类型的程序段。

- OB1　　只是临时局部变量
- SBRxx　临时局部变量

每个程序段有一个变量表。

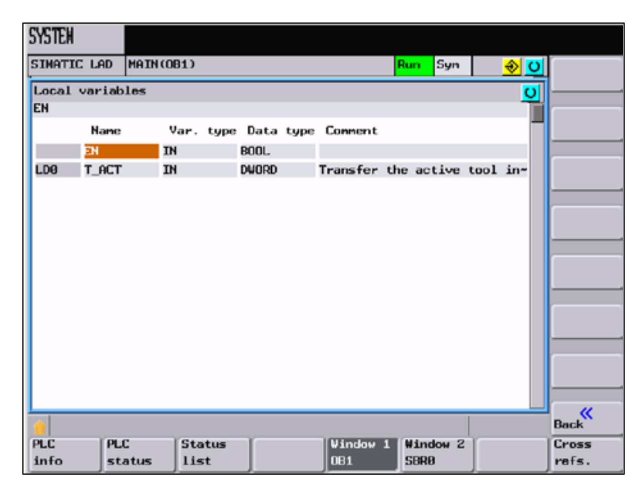


图 7-39 所选PLC程序段的局部变量表

如果文本长度超出列宽，将被分割成几个表，并以 “～” 连接。在这种情况下，在此表格中存在更高级的文本区域，其中可以显示当前光标位置的文本。如果使用 “～” 分割的文本，它将和在高级文本区域中相同的颜色显示。对于更长的文本，通过按 “选择” 键可以显示整个文本。

打开

按此键可以打开所选的程序段；程序名称（绝对值）将显示在 “窗口1/2” 软键上。

程序
状态开

程序
状态关

使用此软键可以激活/取消程序状态的显示。此处可以查看从PLC循环末尾开始的当前程序段状态。在 “程序状态” 梯形图中显示了所有运算符的状态。该LAD获得在几个PLC循环中显示状态的值，然后刷新状态显示。

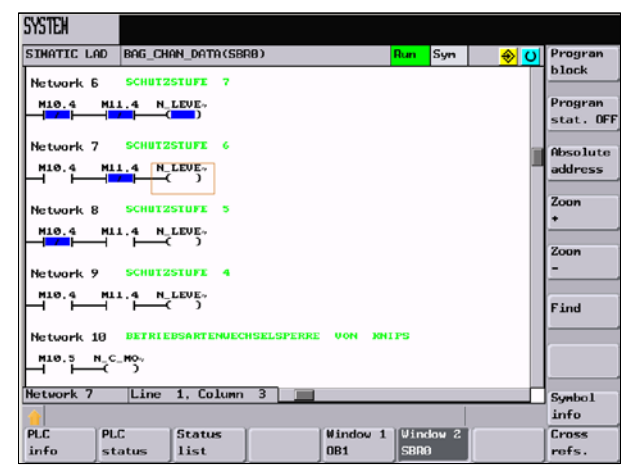


图 7-40 “程序状态” 开－符号表示法

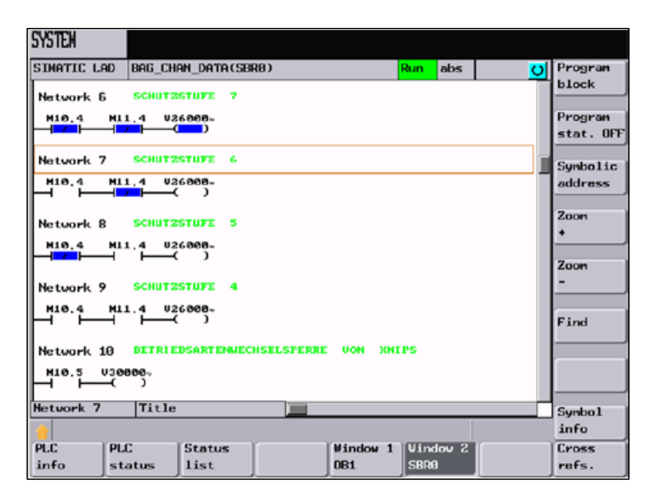


图 7-41 程序状态” 开 – 绝对值表示法

符号地址 / 绝对值地址

使用此软键可以切换运算符的绝对值表示法和符号表示法。运算符按照所选的表示法类型显示。

如果变量不存在符号，它将自动以绝对值显示。

缩放 + / 缩放 -

应用程序区的表示法可以逐步放大和缩小。可以提供以下放大级别:

20%（缺省值）、60%、100%和300%

搜索

可用来搜索以符号或绝对值表示的运算符。

在显示的对话框中可以选择各种搜索条件。使用 “**绝对值/符号地址**” 软键，可以在PLC窗口中搜索符合此条件的操作符。搜索时，不考虑大小写字母。

在上面的转换区中选择:

- 查找绝对值和符号运算符
- 查找程序段号
- 查找SBR命令

其它搜索条件:

- 向下查找（从当前光标位置）
- 整个程序段（从程序开端）
- 在一个程序段中
- 在所有的程序段中

可以使用完整字（名称）来搜索运算符和常量。

根据设定的运算符的显示，可以选择适合于符号表示法或绝对值表示法的搜索方法。

按**确认**软键开始搜索。查找到的目标以焦点突出。如果未找到任何目标，将会出现相应的错误信息。

使用“**中断**”软键退出对话框。不进行任何查找。

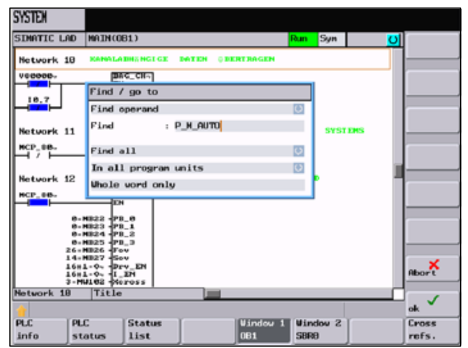
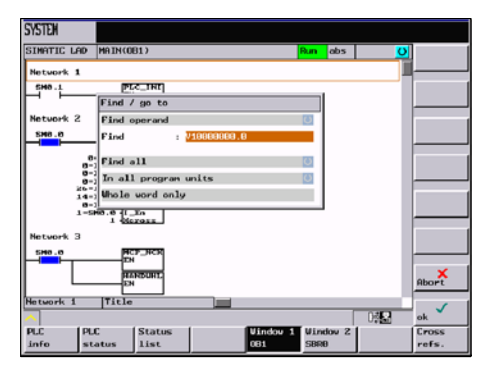


图 7-42 查找符号操作数



查找绝对值操作数

如果找到搜索目标，使用“**继续查找**”软键继续搜索。

符号信息

按此软键可以显示在所选程序段中所有的符号名称。

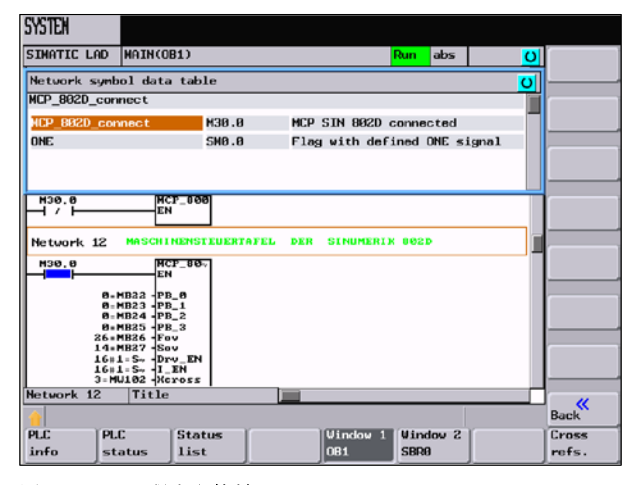
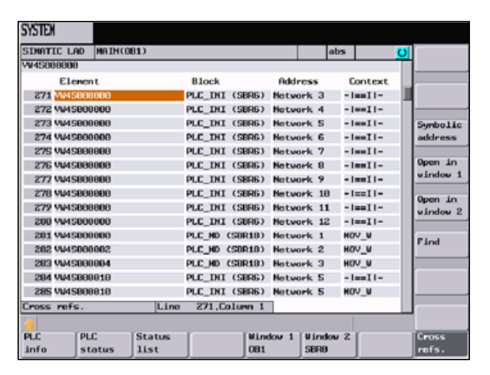


图 7-43 程序段符号

参考信息

使用该软键可以显示参考对照表。显示在PLC项目中使用的所有的运算符。

此表说明了各个输入，输出，标志等使用在哪个程序段中。



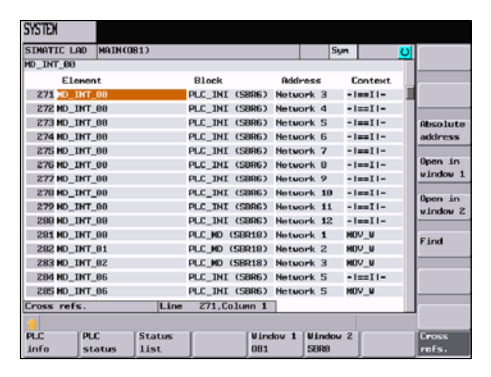




图 7-44 “参考对照” 主菜单（绝对值） （符号）

另外，根据所选的运算符或符号，使用“打开”**功能可以在窗口1/2**中迅速跳到所需的程序位置。

符号
地址

绝对值
地址

根据有效的表示法类型，以绝对值名称或符号名称显示元素。

如果名称不存在符号形式，它将自动以绝对值显示。

在状态栏中显示了名称的表示法类型。缺省时为绝对值表示法。

窗口1
打开

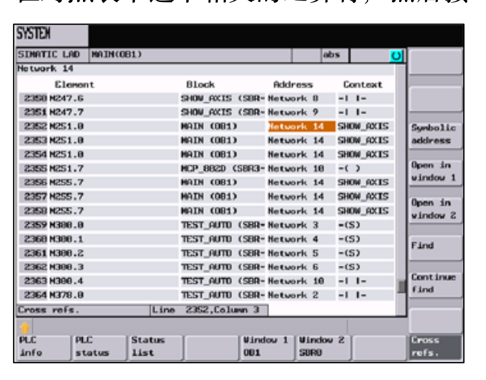
窗口2
打开

在对照表中选择的运算符在相应的窗口中打开。

举例:

如果你想在程序段OB1，程序段1中查看绝对值运算符M251.0的逻辑关系。

在对照表中选中相关的运算符，然后按“**窗口1打开**”软键，则在窗口1中显示。



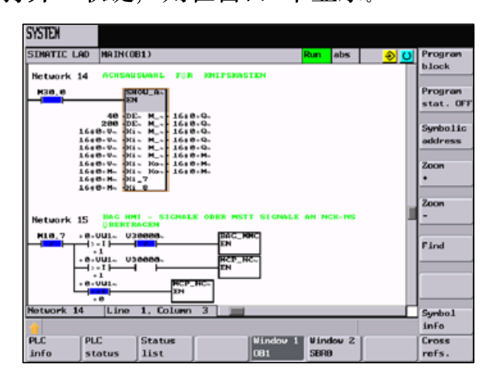


图 7-45 光标 “M251.0在OB1网络2中） M251.0在OB1网络2窗口1中

搜索

用于在对照表中查找运算符。

可以以整字（名称）搜索运算符。搜索时，不考虑大小写字母。

搜索选项:

- 查找绝对值和符号运算符
- 搜索行

搜索条件:

- 向下（从当前光标位置起）
- 整个程序段（从程序开端）

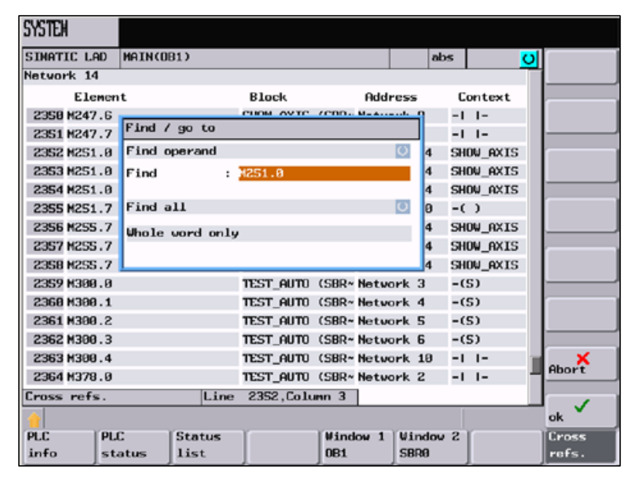


图 7-46　　在参照表中查找操作数

查找的文本出现在注释行中。如果未找到文本，将出现相应的错误信息，必须用确认键确认。如果找到搜索目标，使用“继续查找”软键继续搜索。

7.9 报警显示

操作步骤



打开报警窗口。借助软键可以对NC报警进行分类。PLC报警未分类。

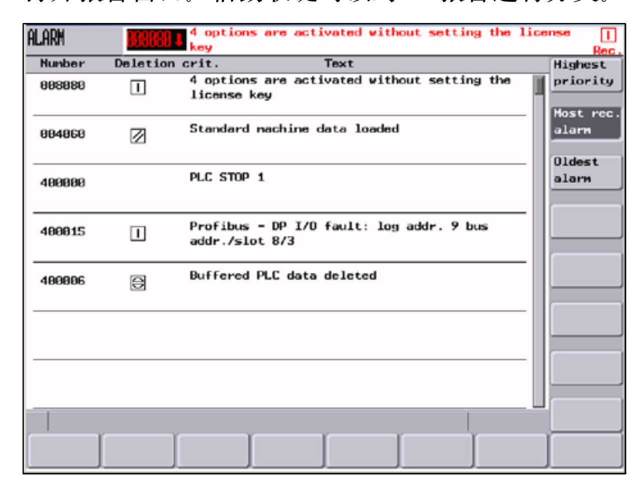


图 7-47 报警窗口

软键

最高优先级 报警根据其优先级分类显示。最高优先级的报警位于列表开始。

最新报警 报警按其时间顺序显示。最新的报警位于列表开始。

最旧报警 报警按其时间顺序显示。最旧的报警位于列表开始。

记录位置

编程 8

8.1 NC编程基础

8.1.1 程序名称

每个程序均有一个程序名。在编制程序时可以按以下规则确定程序名:

- 开始的两个字符必须是字母
- 仅使用字母、数字或下划线
- 不得使用分隔符（参见章节“字符集）
- 小数点仅可以用于标识文件的扩展名
- 最多使用25个字符

举例: **FRAME52**

8.1.2 程序结构

结构和内容

NC程序由各个**程序段**组成（参见8-1）。

每一个程序段执行一个加工步骤。

程序段由若干个**字**组成。

处理顺序中的最后一个程序段包含**程序结束符: M2**。

表 8-1　　NC程序结构

程序段	字	字	字	...	;注释
程序段	N10	G0	X20	...	;第一程序段
程序段	N20	G2	Z37	...	;第二程序段
程序段	N30	G91	...	...	; ...
程序段	N40	...	...	...	
程序段	N50	M2			;程序结束

8.1.3 字结构及地址

功能/结构

该字是一个程序段中的一个元素，主要用于显示控制指令。字由以下几部分组成:

- **地址符**: 地址符一般是字母。
- **数值**: 数值是一个数字串，它可以带正负号和小数点。
  正号可以省略不写。

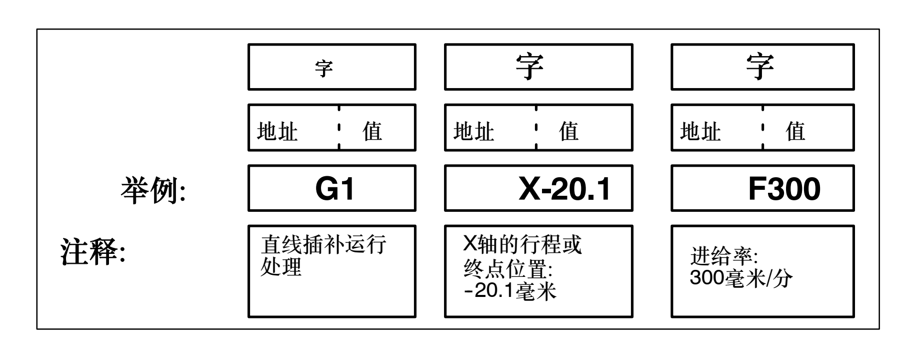


图 8-1 字结构

多个地址符

一个字可以包含多个字母。数值与字母之间用符号“=”隔开。
举例: **CR=5.23**

此外，G功能也可以通过一个符号名进行调用（参见章节“指令表”）。
举例: **SCALE**;打开比例系数

扩展地址

对于如下地址

R	计算参数
H	H 功能
I、J、K	插补参数/中间点

可以使用数字1到4扩展地址，从而获得较大的地址数值。在这种情况下，其数值可以通过“=”进行赋值（参见章节“指令表”）。
举例: **R10=6.234 H5=12.1 I1=32.67**

8.1.4 程序段结构

功能

一个程序段中含有执行一个工序所需的全部数据。

程序段一般由若干个**字**组成并总是以**程序段结束符** “L_F” （新一行）结束。在程序编写过程中进行换行时或按**输入键**时可以自动产生段结束符。

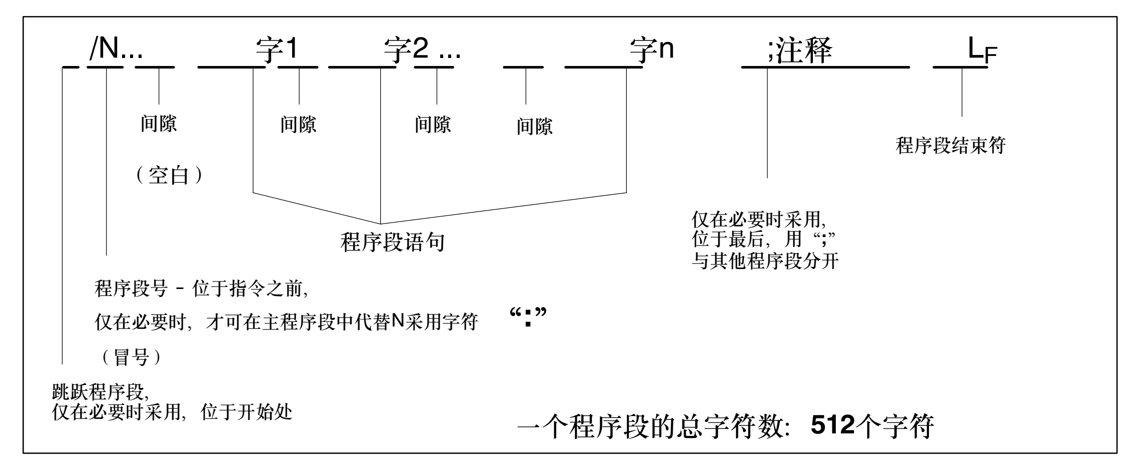


图8-2　　程序段结构图

字顺序

程序段中有很多指令时建议按如下顺序：**N... G... X... Y... Z... F... S... T... D... M... H...**

程序段号说明

以5或10为间隔选择程序段号。以便以后插入程序段时不会改变程序段号的顺序。

跳跃程序段

那些不需在每次运行中都执行的程序段可以被跳跃过去，为此应在这样的程序段的段号字之前输入斜线符 “/” 。通过**操作**机床控制面板或者通过PLC接口控制信号可以使跳跃程序段功能生效。几个连续的程序段可以通过在其所有的程序段段号之前输入斜线符 “/” 被跳跃过。
在程序运行过程中，一旦跳跃程序段功能生效，则所有带 “/” 符的程序段都不予执行。当然这些程序段中的指令也不予考虑。程序从下一个没带斜线符的程序段开始执行。

注释

利用加注释（备注）的方法可在程序中对程序段进行说明。注释以“;”字符开始，和程序段一起结束。
注释及剩余程序段的内容都在当前程序段显示中。

显示信息

信息编程在一个独立的程序段中。信息显示在专门的区域，并且一直有效，除非被一个新的信息所替代，或者程序结束。一个信息最多可以显示**65**个字符。
一个空的信息会清除以前的信息。
MSG（“这是信息文本”）。

编程示例

```
N10                                  ;G&S公司订货号12A71
N20                                  ;泵部件17，图纸号：123 677
N30                                  ;程序编制员H.Adam，部门TV4
N40 MSG(”ROHTEIL SCHRUPPEN”)
:50  G17 G54 G94 F470 S20 D2 M3      ;主程序
N60 G0 G90 X100 Y200
N70 G1 Y185.6
N80 X112
/N90 X118 Y180                       ;程序段可以被跳跃
N100 X118 Y120
N110 G0 G90 X200
N120 M2                              ;程序结束
```

8.1.5 字符集

在编程中可以使用以下字符，它们按一定的规则进行编译。

字母，数字

A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N,O, P, Q, R, S, T, U, V, W X, Y, Z
0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
大写字母和小写字母没有区别。

可打印的特殊字符

字符	含义
(	圆括号开
)	圆括号闭
[	方括号开
]	方括号闭
<	小于
>	大于
:	主程序段，标志符结束
=	赋值，相等部分
/	除号，跳跃符
*	乘号
+	加号，正号
-	减号，负号
“	引号
_	下划线（属于字母）
.	小数点
,	逗号，分隔符
;	注释开始
%	保留，未使用
&	保留，未使用
’	保留，未使用
$	系统自身的变量识别
?	保留，未使用
!	保留，未使用

不可打印的特殊字符

字符	含义
L_F	程序段结束符
空格	字、空格符之间的分隔符
制表键	保留，未使用

8.1.6 指令表

这些功能适用于SINUMERIK 802Dsl plus和pro！

地址	含义	赋值	说明	编程
D	刀具补偿号	0 ... 9，整数，不带符号	用于某个刀具T···的补偿参数；D0表示补偿值=0，一个刀具最多有9个D号	D···
F	进给率	0.001 ... 99 999.999	刀具/工件的轨迹速度，对应G94或G95，单位分别为毫米/分钟或毫米/转	F...
F	和G4一起编程 暂停时间	0.001 ... 99 999.999	停留时间，单位秒	G4 F... ;单独程序段
G	G功能 （准备功能）	仅为整数，已事先规定	G功能按G功能组划分。一个程序段中只能有一个G功能组中的一个G功能指令。 G功能可以是模态有效（直到被同组中其他功能替代），或者是程序段方式有效的（只在写入的程序段中有效）。 **G功能组:**	G... 或者符号名称，比如: CIP
G0	快速线性插补		1：运动指令 （插补方式） 模态有效	G0 X···Y···Z··· ;直角坐标系 在极坐标系中: G0 AP=···RP··· 或者附加轴: G0 AP=···RP=···Z··· ;例如用G17轴Z
G1 *	以进给率线性插补			G1 X···Y···Z···F··· 在极坐标系中: G1 AP=···RP···F··· 或者附加轴: G1 AP=···RP=···Z···F··· ;例如用G17轴Z
G2	顺时针圆弧插补 （和第3个轴以及TURN=...共同编程时也指螺旋线插补 -> 见TURN）			G2 X... Y... I... J... F... ;圆心和终点 G2 X... Y... CR=... F... ;半径和终点 G2 AR=... I... J... F... ;张角和圆心 G2 AR=... X... Y... F... ;张角和终点 极坐标中: G2 AP=... RP=... F... 或附加轴: G2 AP=... RP=... Z... F... ;例如：G17时为Z轴
G3	逆时针园弧插补 （考虑第3轴和TURN=···也可以螺旋插补－>参见TURN）			G3 .... ;其它同G2

CIP	中间点圆弧插补		CIP X... Y... Z... I1=... J1=... K1=... F...
CT	带切线过渡的圆弧插补		N10 ... N20 CT X... Y... F... ;圆弧，与前一段轮廓为切线过渡
G33	恒螺距的螺纹切削		S···M··· ;主轴速度，方向 G33 Z... K... ;带有补偿夹具的锥螺纹切削，比如在Z轴方向
G331	螺纹插补		N10 SPOS=... ;主轴处于位置调节状态 N20 G331 Z···K··· S··· ;在Z轴方向不带补偿夹具攻丝 ;右旋螺纹或左旋螺纹通过螺距的符号（比如K+）确定: +: 同M3 -: 同M4
G332	螺纹插补-退刀		G332 Z··· K··· ;不带补偿夹具攻丝，例如在Z轴上的退刀 ;螺距符号同G331
G4	停留时间	2: 特殊运行， 程序段方式有效。	G4 F... ;单独程序段，F: 时间，单位秒 或 G4 S.... ;单独程序段，S: 单位为主轴的旋转圈数
G63	带补偿夹具攻丝		G63 Z... F... S... M...
G74	回参考点		G74 X1=0 Y1=0 Z1=0 ;单独程序段，（机床轴名称）
G75	回固定点		G75 X1=0 Y1=0 Z1=0 ;单独程序段，（机床轴名称）
G147	SAR-沿直线返回		G147 G41 DISR=... DISCL=... FAD=... F... X... Y... Z...
G148	SAR-沿直线出发		G148 G40 DISR=... DISCL=... FAD=... F... X... Y... Z...
G247	SAR-沿四分之一圆弧返回		G247 G41 DISR=... DISCL=... FAD=... F... X... Y... Z...
G248	SAR-沿四分之一圆弧出发		G248 G40 DISR=... DISCL=... FAD=... F... X... Y... Z...
G347	SAR-沿半圆返回		G347 G41 DISR=... DISCL=... FAD=... F... X... Y... Z...
G348	SAR-沿半圆出发		G348 G40 DISR=... DISCL=... FAD=... F... X... Y... Z...
TRANS	可编程偏置	3: 写存储器 程序段方式有效。	TRANS X... Y... Z... ;单独程序段，
ROT	可编程旋转		ROT RPL=... ;在当前平面中旋转G17到G19，单独程序段
SCALE	可编程比例系数		SCALE X... Y... Z... ;在所给定轴方向的比例系数 ;单独程序段

MIRROR	可编程镜像功能		MIRROR X0 ;改变方向的坐标轴 单独程序段
ATRANS	附加的可编程偏置		ATRANS X... Y... Z... ;单独程序段
AROT	附加的可编程旋转		AROT RPL=... ;当前平面中的增加的 旋转G17到G19, 单独的程序段
ASCALE	附加的可编程比例系数		ASCALE X... Y... Z... ;在所给定轴方向的比例系数 单独程序段
AMIRROR	附加的可编程镜像功能		AMIRROR X0 ;改变方向的坐标轴 单独程序段
G25	主轴转速下限或工作区域下限		G25S··· ;单独程序段 G25 X···Y··· Z··· ;单独程序段
G26	主轴转速上限或工作区域上限		G26S··· ;单独程序段 G26 X··· Y···Z··· ;单独程序段
G110	极点坐标, 相对于上次编程的设定位置		G110X···Y··· ;极点尺寸，直角坐标, 比如带G17 G110RP=···AP=··· 极点尺寸，极坐标 单独程序段
G111	极点尺寸，相对于当前工件坐标系的零点		G111X···Y··· ;极点尺寸，直角坐标, 比如带G17 G111RP=···AP=··· 极点尺寸，极坐标 单独程序段
G112	极点坐标, 相对于上次有效的POL		G112 X... Y... ;极点尺寸，直角坐标, 比如带G17 G112 RP=... AP=... ;极点尺寸，极坐标 单独程序段
G17 *	X/Y平面	6: 平面选择	G17··· ;该平面上的垂直轴为
G18	Z/X平面	模态有效	刀具长度
G19	Y/Z平面		补偿轴
G40 *	刀尖半径补偿方式的取消	7: 刀尖半径补偿	
G41	调用刀尖半径补偿，刀具在轮廓左侧移动	模态有效	
G42	调用刀尖半径补偿，刀具在轮廓右侧移动		

G500 *	取消可设定零点偏移	8: 可设定零点偏移 模态有效	
G54	第一可设定零点偏移		
G55	第二可设定零点偏移		
G56	第三可设定零点偏移		
G57	第四可设定零点偏移		
G58	第五可设定零点偏移		
G59	第六可设定零点偏移		
G53	按程序段方式取消可设定零点偏移	9: 取消可设定零点偏移 程序段方式有效	
G153	按程序段方式取消可设定零点偏移，包括基本框架		
G60 *	准停	10: 定位性能 模态有效	
G64	连续路径方式		
G9	程序段方式准停	11: 程序段方式准停 段方式有效	
G601 *	G60、G9方式下的精准停	12: 准停窗口 模态有效	
G602	G60、G9方式下的粗准停		
G70	英制尺寸	13: 英制/公制尺寸 模态有效	
G71 *	公制尺寸		
G700	英制尺寸，也用于进给率F		
G710	公制尺寸，也用于进给率F		
G90 *	绝对尺寸	14: 绝对尺寸/增量尺寸 模态有效	
G91	增量尺寸		
G94 *	进给率F，单位毫米/分	15: 进给率/主轴 模态有效	
G95	主轴进给率F，单位毫米/转		
CFC *	加工圆弧时进给量修调 开	16: 进给率修调 模态有效	
CFTCP	进给量修调 关		
G450 *	圆弧过渡	18: 刀尖半径补偿时拐角特性 模态有效	
G451	交点		
BRISK *	轨迹跳跃加速	21: 加速度特性 模态有效	
SOFT	轨迹平滑加速		

FFWOF *	预控关闭	24: 预控 模态有效	
FFWON	预控打开		
WALIMON *	工作区域限制生效	28: 工作区域限制 模态有效	;适用于所有轴，通过设定数据激活， 值通过G25、G26设置
WALIMOF	工作区域限制取消		
COMPOF *	压缩程序关闭	30: 压缩程序 模态有效 仅适用于SINUMERIK 802Dsl pro！	
COMP-CAD	表面质量的压缩程序开启		
G340 *	在空间返回和出发（SAR）	44: SAR模态有效时行程分割 模态有效	
G341	在平面中返回和出发（SAR）		
G290 *	西门子方式	47: 外部NC语言 模态有效	
G291	其它方式		
标有*的功能在程序开始时生效（用于“铣削”工艺的控制系统版本，如果未作其他编程，且机床制造商保持了标准设置）。			

地址	含义	赋值	说明	编程
H H0= 至 H9999=	H功能	±0.0000001 ... 9999 9999 （8个十进制数据位）或使用指数形式: ±（10^{-300} ... 10^{+300}）	传送给PLC的数值, 由机床制造商确定其定义	H0=... H9999=... 如: H7=23.456
I	插补参数	±0.001 ... 99 999.999 螺纹: ±0.001 ... 2000.000	X轴尺寸，在G2和G3中为圆心坐标;在G33、G331、G332中则表示螺距大小	参见G2、G3、G33、G331和G332
J	插补参数	±0.001 ... 99 999.999 螺纹: ±0.001 ... 2000.000	Y轴坐标，其余的同I	参见G2、G3、G33、G331和G332
K	插补参数	±0.001 ... 99 999.999 螺纹: ±0.001 ... 2000.000	属于Z轴，其余的同I	参见G2、G3、G33、G331和G332
I1=	圆弧插补的中间点	±0.001 ... 99 999.999	属于X轴；用CIP进行圆弧插补的参数	参见CIP
J1=	圆弧插补的中间点	±0.001 ... 99 999.999	用CIP进行圆弧插补的Y轴坐标	参见CIP
K1=	圆弧插补的中间点	±0.001 ... 99 999.999	属于Z轴；用CIP进行圆弧插补的参数	参见CIP
L	子程序名及子程序调用	7位十进制整数，无符号	除了可以使用任意一个名称外，也可以选择L1... L9999999; 这样便可以在同一个程序段中调用子程序（UP）， 注意：L0001不等于L1 名称“LL6”为刀具更换子程序保留！	L781 ;单独程序段
M	辅助功能	0 ... 99，整数，无符号	用于进行开关操作，如“打开冷却液”，一个程序段中最多有5个M功能	M...
M0	程序停止		用M0停止程序的执行；按“启动”键加工继续执行。	
M1	程序有条件停止		与M0一样，但仅在出现专门信号后才生效。	
M2	程序结束		在程序的最后一段被写入	
M30	-		保留，未占用	
M17	-		保留，未占用	
M3	主轴顺时针旋转			
M4	主轴逆时针旋转			

地址	含义	赋值	说明	编程
M5	主轴停			
M6	更换刀具		仅在通过机床数据设定用M6换刀时可使用，否则直接用T指令进行换刀	
M40	自动变换传动级			
M41到M45	传动级1到传动级5			
M70、M19	-		保留，未占用	
M...	其它的M功能		这些M功能没有定义，可由机床生产厂家自由设定。	
N	程序段号－副程序段	0 ... 9999 9999 整数，无符号	与程序段段号一起标识程序段，N位于程序段开始	N20 ...
:	程序段号 - 主程序段	0 ... 9999 9999 整数，无符号	指明主程序段，用字符“：”取代副程序段的地址符“N”。主程序段中必须包含其加工所需的全部指令	:20 ...
P	子程序调用次数	1 ... 9999 整数，无符号	在同一程序段中多次调用	N10 L781 P... ;单独程序段 N10 L871 P3 ;调用三次
R0 到 R299	计算参数	± 0.0000001 ... 9999 9999 （8个十进制数据位）或使用指数形式: ±（10^{-300} ... 10^{+300}）		R1=7.9431 R2=4 带指数 R1=-1.9876EX9 ;R1=-1 987 600 000
计算功能			除了+ - * / 四则运算外还有以下计算功能:	
SIN( )	正弦	单位是度		R1=SIN(17.35)
COS( )	余弦	单位是度		R2=COS(R3)
TAN( )	正切	单位是度		R4=TAN(R5)
ASIN( )	反正弦			R10=ASIN(0.35) ;R10:20.487度
ACOS( )	反余弦			R20=ACOS(R2) ;R20: …度
ATAN2(,)	反正切2		矢量和的角度是由两个垂直矢量计算得出的。定义的第2矢量始终用作角度参考。 角度范围为: -180到+180度	R40=ATAN2(30.5,80.1) ;R40: 20.8455度
SQRT( )	平方根			R6=SQRT(R7)

地址	含义	赋值	说明	编程
POT( )	平方值			R12=POT(R13)
ABS( )	绝对值			R8=ABS(R9)
TRUNC( )	取整			R10=TRUNC(R11)
LN( )	自然对数			R12=LN(R9)
EXP( )	指数函数			R13=EXP(R1)
RET	子程序结束		替代M2 - 保证连续路径运行	RET ;单独程序段
S	主轴转速	0.001 ... 99 999.999	主轴转速单位是转/分，	S...
S	和G4一起编程 暂停时间	0.001 ... 99 999.999	主轴旋转停留时间	G4 S··· ;单独程序段
T	刀具号	1 ... 32 000 整数，无符号	可以用T指令直接更换刀具，也可由M6进行。这可由机床数据设定。	T...
X	轴	±0.001 ... 99 999.999	位移信息	X···
Y	轴	±0.001 ... 99 999.999	位移信息	Y...
Z	轴	±0.001 ... 99 999.999	位移信息	Z...
AC	绝对坐标	-	对于某个特定轴，可以用绝对尺寸按程序段方式说明其终点或者中心点，而不是用G91。	N10 G91 X10 Z=AC(20) ;X轴增量尺寸 Z绝对尺寸
ACC[轴]	百分比加速度补偿	1 ... 200，整数	进给轴或主轴加速度的补偿值，以百分数表示	N10 ACC[X]=80 ;X轴80％ N20 ACC[S]=50 ;主轴50％
ACP	绝对坐标，在正方向靠近（用于回转轴和主轴）	-	对于回转轴，带ACP(···)的终点坐标的尺寸可以不同于G90/G91；同样也可以用于主轴的定位。	N10 A=ACP(45.3) ;在正方向逼近 绝对位置 N20 SPOS=ACP(33.1) ;定位主轴
ACN	绝对坐标，在负方向靠近（用于回转轴和主轴）	-	对于回转轴，带ACP(···)的终点坐标的尺寸可以不同于G90/G91；同样也可以用于主轴的定位。	N10 A=ACN(45.3) ;在负方向逼近 绝对位置 N20 SPOS=ACN(33.1);定位主轴
ANG	在轮廓中定义直线的角度	±0.00001 ... 359.99999	单位为度； 在G0或G1中定义直线的一种方法；平面中只有一个终点坐标已知，或者 在几个程序段表示的轮廓中最后的终点坐标已知。	N10 G1 G17 X... Y.... N11 X... **ANG=...** 或经过多个程序段的轮廓: N10 G1 G17 X... Y.... N11 **ANG=...** N12 X... Y... **ANG=...**
AP	极坐标角度	0 ... ±359.99999	单位为度；以极坐标移动；极点定义；此外：RP极坐标半径。	参见G0、G1、G2、G3 G110、G111、G112

地址	含义	赋值	说明	编程
AR	圆弧插补张角	0.00001 ... 359.99999	单位为度，在G2/G3中确定圆弧的一种方法	参见G2、G3
CALL	间接调用循环	-	循环调用的特殊形式，无参数传输，将循环名称保存为变量，仅针对内部使用循环	N10 CALL VARNAME ;变量名
CHF	倒角，一般使用	0.001 ... 99 999.999	在两个轮廓之间插入给定**长度**的倒角	N10 X... Y.... **CHF=...** N11 X... Y...
CHR	倒角，轮廓基准	0.001 ... 99 999.999	在两个轮廓之间插入给定**边长**的倒角	N10 X... Y.... **CHR=...** N11 X... Y...
CR	圆弧插补半径	0.010 ... 99 999.999 大于半圆的圆弧带负号“-”	在G2/G3中确定圆弧	参见G2、G3
CYCLE... HOLES... POCKET.. SLOT...	加工循环	仅为给定值	调用加工循环时要求一个独立的程序段；事先给定的参数必须要赋值（参见章节“循环”，特殊的循环调用可以使用附加的MCALL或者CALL）。	
CYCLE81	钻削、中心钻孔			N5 RTP=110 RFP=100 .... ;赋值 N10 CYCLE81(RTP, RFP, ...) ;单独程序段
CYCLE82	钻孔，锪平面			N5 RTP=110 RFP=100 .... ;赋值 N10 CYCLE82(RTP, RFP, ...) ;单独程序段
CYCLE83	钻深孔			N10 CYCLE83(110, 100, ...) ;或直接传输数值，单独的程序段
CYCLE84	刚性攻丝			N10 CYCLE84(...) ;单独程序段
CYCLE840	带补偿夹具的攻丝			N10 CYCLE840(...) ;单独程序段
CYCLE85	绞孔			N10 CYCLE85(...) ;单独程序段
CYCLE86	镗孔			N10 CYCLE86(...) ;单独程序段
CYCLE87	镗孔3			N10 CYCLE87(...) ;单独程序段
CYCLE88	钻孔时停止			N10 CYCLE88(...) ;单独程序段
CYCLE89	镗孔5			N10 CYCLE89(...) ;单独程序段
CYCLE90	螺纹铣削			N10 CYCLE90(...) ;单独程序段
HOLES1	排孔			N10 HOLES1(...) ;单独程序段
HOLES2	圆周孔			N10 HOLES2(...) ;单独程序段
SLOT1	铣槽			N10 SLOT1(...) ;单独程序段

地址	含义	赋值	说明	编程
SLOT2	铣圆形槽			N10 SLOT2(...) ;单独程序段
POCKET3	矩形箱			N10 POCKET3(...) ;单独程序段
POCKET4	园形槽			N10 POCKET4(...) ;单独程序段
CYCLE71	端面铣			N10 CYCLE71(...) ;单独程序段
CYCLE72	轮廓铣			N10 CYCLE72(...) ;单独程序段
LONG-HOLE	长孔形			N10 LONGHOLE(...) ;单独程序段
DC	绝对坐标，直接靠近位置（用于回转轴和主轴）	-	对于回转轴，带DC(···)的终点坐标的单位可以不同于G90/G91；同样也可以用于主轴的定位。	N10 A=DC(45.3) ;直接逼近轴A位置 N20 SPOS=DC(33.1) ;主轴定位
DEF	定义指令		直接在程序开端定义 BOOL，CHAR，INT，REAL，STRING[n]、类型的用户变量	DEF INT VARI1=24, VARI2 ;2个类型为INT的变量 ;名称由用户确定 DEF STRING[12] VARS3="HELLO" ;最大为12个字符
DISCL	到加工平面的返回/出发位移	-	进给时，速度改变所需的安全间隙；参照：G340、G341	参见G147、G148、G247、G248、G347G348
DISR	返回/出发位移或半径（SAR）	-	G147/G148：切削沿从轮廓起始点到终点的位移 G247、G347/G248、G348: 刀具中心点位移的半径	参见G147、G148、G247、G248、G347G348
FAD	进给时速度（SAR）	-	进给时，到达安全间隙后，速度生效；参考：G340、G341	参见G147、G148、G247、G248、G347G348
FRC	用于倒角/倒圆的程序段方式进给	0，>0	当FRC=0时，进给率F生效	计量单位参见F和G94、G95， 倒角/倒圆参见CHF、CHR、RND
FRCM	用于倒角/倒圆的模态进给	0，>0	当FRCM=0时，进给率生效	计量单位参见F和G94、G95， 倒圆，模态倒圆参见RND、RNDM
FXS [*轴*]	运行到固定挡块	=1：选择 =0：取消	*轴*：使用加工轴名称	N20 G1 X10 Z25 FXS[Z1]=1 FXST[Z1]=12.3 FXSW[Z1]=2 F...
FXST [*轴*]	夹紧扭矩，到固定点停止	> 0.0 ... 100.0	百分比值，最大值为驱动最大扭距值的100%， *轴*：使用加工轴名称	N30 FXST[Z1]=12.3
FXSW [*轴*]	监控窗口，运行到固定挡块	> 0.0	测量值单位为毫米或度， 进给轴专用，*轴*：使用加工轴名称	N40 FXSW[Z1]=2.4
GOTOB	向后跳转指令	-	与跳转标志符一起，表示跳转到所标志的程序段，跳转方向向前。	N10 LABEL1: ... ... N100 GOTOB LABEL1

地址	含义	赋值	说明	编程
GOTOF	向前跳转指令	-	与跳转标志符一起，表示跳转到所标志的程序段，跳转方向向后。	N10 GOTOF LABEL2 ... N130 LABEL2: ...
IC	增量坐标	-	对于某个进给轴，其终点或中心点可以按程序段方式输入，可以不同于在G90/G91中的定义。	N10 G90 X10 Z=IC(20) ;Z－增量尺寸 X－绝对尺寸
IF	跳转条件	-	如果跳转条件满足，便会跳转到带有*标记符:* 的程序段，否则便执行下一条指令，/程序段， 同一个程序段中可以有多个IF指令 **比较计算符:** = = 等于， <> 不等于 > 大于， < 小于 >= 大于或等于 <= 小于或等于	N10 IF R1>5 GOTOF LABEL3 ... N80 LABEL3: ...
MEAS	测量，**同时**删除剩余行程	+1 -1	=+1: 测量输入端1，上升沿 =-1: 测量输入端1，下降沿	N10 **MEAS=-1** G1 X... Y... Z... F...
MEAW	测量，不删除剩余行程	+1 -1	=+1: 测量输入端1，上升沿 =-1: 测量输入端1，下降沿	N10 **MEAW=-1** G1 X... Y... Z... F...
$A_DBB[n] $A_DBW[n] $A_DBD[n] $A_DBR[n]	数据字节 数据字 数据双字 实数数据		PLC变量的读和写	N10 $A_DBR(5)=16.3 ;写实数变量 ;偏移位置5 ;（NC和PLC间的位置，类型和含义一致）
$A_MONIFACT	刀具寿命监控系数	> 0.0	初始化值：1.0	N10$A_MONIFACT=5.0 ;刀具寿命缩短5倍
$AA_FXS [*轴*]	状态，运行到固定挡块	-	值：0…5 *轴*：加工轴名称	N10 IF $AA_FXS[X1]==1 GOTOF ....
$AA_MM [*轴*]	**在机床坐标系中一轴的测量结果**	-	运行中所测量*轴*的标识符（X,Y,Z,…）	N10 R1=$AA_MM[X]
$AA_MW [*轴*]	**在工件坐标系中一轴的测量结果**	-	运行中所测量*轴*的标识符（X,Y,Z,…）	N10 R2=$AA_MW[X]
$A..._..._ TIME	运行时间定时器: $AN_SETUP_TIME $AN_POWERON_TIME $AC_OPERATING_TIME $AC_CYCLE_TIME $AC_CUTTING_TIME	0.0 ... 10^{+300} 分钟（只读值） 分钟（只读值） 秒 秒 秒	系统变量， 自控制系统上次启动以后的时间 自控制系统上次正常启动以后的时间 NC程序总的运行时间 NC程序运行时间（仅指所选择的程序） 刀具切削时间	N10 IF $AC_CYCLE_TIME==50.5 ....

地址	含义	赋值	说明	编程
$AC_..._ PARTS	工件计数器: $AC_TOTAL_PARTS $AC_REQUIRED _PARTS $AC_ACTUAL_PARTS $AC_SPECIAL_PARTS	0 ... 999 999 999, 整数	系统变量, 实际总数量 工件设定数量 当前实际数量 用户定义的数量	N10 IF $AC_ACTUAL_PARTS==15 ....
$AC_MEA [1]	测量订货状态	-	提供的状态: 0: 初始状态，测量探头未接通 1: 测量探头已接通	N10 IF $ACMEAS[1]==1 GOTOF .... ;测量头接通后程序继续
$P_ TOOLNO	有效的刀具T号	-	只读	N10 IF $P_TOOLNO==12 GOTOF ....
$P_TOOL	有效刀具的有效D号	-	只读	N10 IF $P_TOOL==1 GOTOF ....
$TC_MOP 1[t,d]	寿命预警极限	0.0 ...	分钟为单位，读或写刀具t，D号d的值	N10 IF $TC_MOP1[13,1]<15.8 GOTOF ....
$TC_MOP 2[t,d]	刀具的剩余寿命	0.0 ...	分钟为单位，读或写刀具t，D号d的值	N10 IF $TC_MOP2[13,1]<15.8 GOTOF ....
$TC_MOP 3 [t,d]	件数预警极限	0 ... 999 999 999, 整数	读或写刀具t，D号d的值	N10 IF $TC_MOP3[13,1]<15 GOTOF ....
$TC_MOP 4 [t,d]	剩余件数	0 ... 999 999 999, 整数	读或写刀具t，D号d的值	N10 IF $TC_MOP4[13,1]<8 GOTOF ....
$TC_MOP 11[t,d]	标准寿命	0.0 ...	分钟为单位，读或写刀具t，D号d的值	N10 $TC_MOP11[13,1]=247.5
$TC_MOP 13[t,d]	标准件数	0 ... 999 999 999, 整数	读或写刀具t，D号d的值	N10 $TC_MOP13[13,1]=715
$TC_TP8[t]	刀具状态	-	缺省状态-通过位编码刀具t（位0到位4）	N10 IF $TC_TP8[1]==1 GOTOF ....
$TC_TP9[t]	刀具监控类型	0 ... 2	刀具t的监控类型，读或写 0: 不监控，1: 刀具寿命，2: 件数	N10 $TC_TP9[1]=2 ;选择件数监控
MCALL	模态子程序调用	-	在包含MCALL的程序段中调用子程序，如果其后的程序段中含有轨迹运行，则自动调用子程序。调用持续有效，直至下一个MCALL。应用举例：孔钻削	N10 MCALL CYCLE82(...) ;单独程序段，钻孔循环 N20 HOLES1(...) ;线性孔 N30 MCALL ;单独程序段 模态调用CYCLE82(…)结束
MSG( )	信息	最多65个字符	文本位于双引号中	N10 MSG("MELDETEXT") ;单独程序段 ... N150 MSG() ;删除上一条信息

地址	含义	赋值	说明	编程
OFFN	使用TRACYL时的槽宽，其它情况下为工件余量定义	-	只在刀具半径补偿G41、G42有效时才起作用	N10 OFFN=12.4
RND	倒圆	0.010 ... 99 999.999	将一个倒圆以规定的半径值切向插入两个轮廓程序段之间，可以采用特殊进给FRC= ...	N10 X... Y.... **RND=4.5** N11 X... Y...
RNDM	模态倒圆	0.010 ... 99 999.999 0	- 以规定的半径值将倒圆切向插入到以下所有轮廓拐角上，可以采用特殊进给FRCM= ... - 模态倒圆关闭	N10 X... Y.... **RNDM=.7.3** ;模态倒圆开启 N11 X... Y... .... N100 **RNDM=.0** ;模态倒圆关闭
RP	极坐标半径	0.001 ... 99 999.999	极坐标运行；极点定义；此外：AP极坐标角度	参见G0，G1，G2；G3 G110，G111，G112
RPL	ROT和AROT的旋转角	±0.00001 ... 359.9999	角度为度；在当前平面中G17到G19可编程的旋转角	参见ROT、AROT
SET(, , ,) REP()	设定变量区域的值		SET：不同值，从定义的元素到：取决于值的数量 REP：相同值，从定义的元素到区域终点	DEF REAL VAR2[12] =REP(4.5);所有元素值4.5 N10 R10=SET (1.1,2.3,4.4);R10=1.1,R11=2.3,R4=4.4
SF	用G33时的螺纹起始点	0.001 ... 359.999	单位为度；在G33时螺纹起始点偏移所给定的值（在攻丝时无意义）。	参见G33
SPI(n)	将主轴号n转换为坐标轴名称		n =1或=2, 坐标轴名称：如“SP1”或“C”	
SPOS	主轴位置	0.0000 ... 359.9999 在使用增量说明时（IC）： ±0.001 ... 99 999.999	单位为度；主轴停止在设定位置（必须以技术要求为准）	N10 SPOS=.... N10 SPOS=ACP(...) N10 SPOS=ACN(...) N10 SPOS=IC(...) N10 SPOS=DC(...)
STOPFIFO	停下快速加工段	-	特殊功能， 存入存储器，直至识别到STARTFIFO、“缓存器满”或“程序结束”为止。	STOPFIFO ;单独程序段，开始存入 N10 X... N20 X...
START-FIFO	开始快速加工段	-	特殊功能， 同时存入缓存器。	N30 X... STARTFIFO ;单独程序段，存入结束
STOPRE	预处理停止	-	特殊功能；只有当程序段在STOPRE之前完成之后，下一个程序段才可以译码。	STOPRE ;单独程序段
TANG(FO, Le1,le2,....)	切向控制， 定义	-	Fo：随动轴名称（回转轴） Le1：主动轴1名称1 Le2：主动轴2名称 其他参数可选 该功能仅在SINUMERIK 802Dsl pro中提供使用！	TANG(C,X,Y) ;单独程序段 TANG(C,X,Y,1”W”,”P”) ;最大参数数量
TANGON (Fo,...)	切向控制 开启	-	Fo：随动轴名称（回转轴） 该功能仅使用于SINUMERIK 802Dsl pro！	TANGON(C) ;单独程序段 TANGON(C,Winkel,Dist,Winkeltol) ;最大参数数量

地址	含义	赋值	说明	编程
TANGOF (Fo)	关闭 切向控制	-	Fo：随动轴名称（回转轴） 该功能仅适用于SINUMERIK 802Dsl pro！	TANGOF(C) ;单独程序段
TANGDEL (Fo)	切向控制, 删除定义	-	Fo：随动轴名称（回转轴） 该功能仅适用于SINUMERIK 802Dsl pro！	TANGDEL(C) ;单独程序段
TLIFT(Fo)	切向控制, 插入中间语句	-	Fo：随动轴名称（回转轴） 该功能仅适用于SINUMERIK 802Dsl pro！	TLIFT(C) ;单独程序段
TRACYL (d)	外表面铣削	D: 1.000 ... 99 999.999	动态转换	TRACYL(20.4) ;单独程序段 ;柱面直径：20.4毫米 TRACYL(20.4,1) ;允许
TRAFOOF	禁止TRACYL	-	禁止所有的动态转换	TRAFOOF ;单独程序段
TURN	螺旋插补中附加的圆循环数量	0 ... 999	在平面G17到G19中使用圆弧插补G2/G3，同时在其垂直方向有进刀运动	N10 G0 G17 X20 Y5 Z3 N20 G1 Z-5 F50 N30 G3 X20 Y5 Z-20 I0 J7.5 **TURN=2** ;共有3个整圆

8.2 位移尺寸

8.2.1 尺寸编程

本章节对一些命令进行说明，使用这些命令您可以直接对从图纸中提取的尺寸进行编程。其优点是，不必进行大范围的运算来编制NC程序。

说明

本章节中所说明的命令大多数情况下位于NC程序的开始。

不能将汇总的这些功能当作是万能的。
例如在NC程序的另一个位置选择工作平面也是可行的。
本章节以及所有随后的章节更应当成为您的指导手册，其红色主线对应着NC程序的“典型”结构。

不能将汇总的这些功能当作是万能的。
例如在NC程序的另一个位置选择工作平面也是可行的。
本章节以及所有随后的章节更应当成为您的指导手册，其红色主线对应着NC程序的“典型”结构。

典型尺寸一览

大多数NC程序的基础都是一张带有具体尺寸的图纸。

在转换到NC程序的过程中，准确地将工件图纸的尺寸采用到加工程序中是非常有帮助的。这些尺寸可以是:

- 绝对尺寸，G90对程序段中所有的轴模态有效，直至在随后的程序段中被G91撤消为止。
- 绝对尺寸，X=AC（值）仅该值只适用于指定轴，且不受G90/G91影响。适用于所有轴，主轴定位Spos、SPOSA和插补参数I、J、K也可以使用。
- 绝对尺寸，X=DC（值）以最短行程直接移动到位，仅该值只适用于指定轴，且不受G90/G91影响。也适用于主轴定位SPOS、SPOSA。
- 绝对尺寸，X=ACP（值）沿正方向移动到位，只有该值只适用于回转轴，后者在机床数据中的范围设置为0至< 360度。
- 绝对尺寸，X=ACN（值）沿负方向移动到位，只有该值只适用于回转轴，后者在机床数据中的范围设置为0至< 360度。
- 增量尺寸，G90对程序段中所有的轴模态有效，直至在随后的程序段中被G91撤消为止。
- 增量尺寸，X=IC（值）仅该值只适用于指定轴，且不受G90/G91影响。适用于所有轴，主轴定位Spos、SPOSA和插补参数I、J、K也可以使用。
- 英制尺寸，G70适用于程序段中所有线性轴，直至被G71在随后的程序段中撤消为止。
- 公制尺寸，G70适用于程序段中所有线性轴，直至被G71在随后的程序段中撤消为止。
- 英制尺寸如G70，也适用于进给量和带有长度的设定数据。
- 公制尺寸如G71，也适用于进给量和带有长度的设定数据。

- 直径编程，DIAMON开
- 直径编程，DIAMOF关

直径编程，DIAM90用于带G90的进给程序段。半径编程用于带G91的进给程序段。

8.2.2 平面选择：G17到G19

功能

在计算**刀具长度补偿和刀具半径补偿**时必须首先确定一个平面，即确定一个两坐标轴的坐标平面，在此平面中可以进行刀具半径补偿。
对于钻头和铣刀，长度补偿的坐标轴为所选平面的垂直坐标轴（参见章节8.6“刀具和刀具补偿”）。特殊情况也可以使用三维长度补偿。

平面选择的作用在相应的部分进行了描述（比如章节8.5“倒圆，倒角”）。

同样，平面选择的不同也影响**圆弧插补时圆弧方向**的定义：顺时针和逆时针。在运行圆弧的平面中规定了横坐标和纵坐标，由此也确定了圆弧方向。也可以在非当前平面G17至G19的平面中运行圆弧插补（参见章节8.3“坐标轴运动”）。

可以有下面几种平面和轴分配:

表 8-2　平面及轴分配

G功能	平面 （横坐标/纵坐标）	垂直坐标轴 （在钻削/铣削时的长度补偿轴）
G17	X / Y	Z
G18	Z / X	Y
G19	Y / Z	X

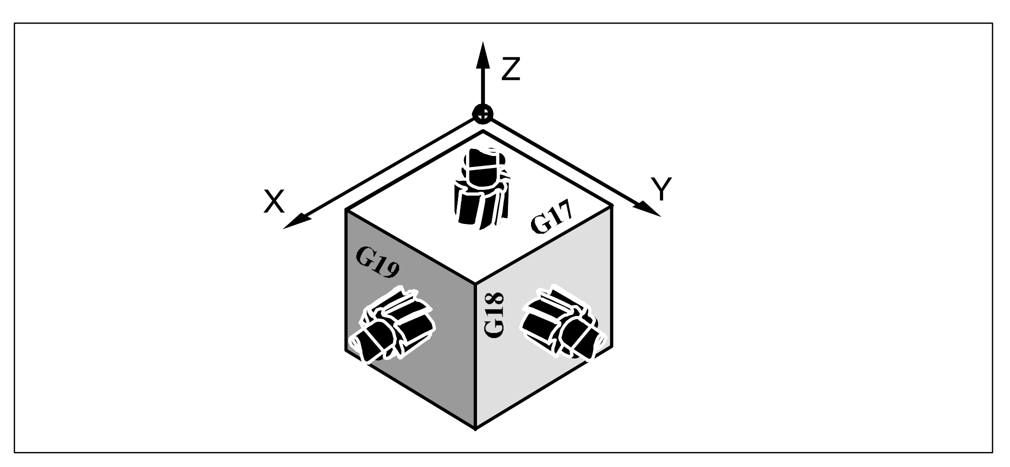


图8-3　钻削/铣削时的平面和坐标轴布置

编程示例

```
N10 G17 T... D... M...      ;选择X/Y平面
N20 ... X... Y... Z...      ;Z轴方向上刀具长度补偿
```

8.2.3 绝对和增量尺寸说明：G90、G91、AC、IC

功能

G90和G91指令分别对应着绝对位置数据输入和增量位置数据输入。其中G90表示坐标系中目标点的坐标尺寸，G91表示待运行的位移量。G90/G91适用于所有坐标轴。
在位移信息不同于G90/G91的设定时，可以在程序段中通过AC/IC以绝对尺寸/相对尺寸方式进行设定。

这两个指令**不决定**到达终点位置的轨迹。轨迹由G功能组中的其它G能指令决定（G0、G1、G2、G3、…参见章节8.3 “坐标轴运动”）。

编程

G90	;绝对尺寸
G91	;增量尺寸
X=AC(...)	;某轴以绝对尺寸输入（这里是X轴），程序段方式
X=IC(...)	;某轴以相对尺寸输入（这里是X轴），程序段方式

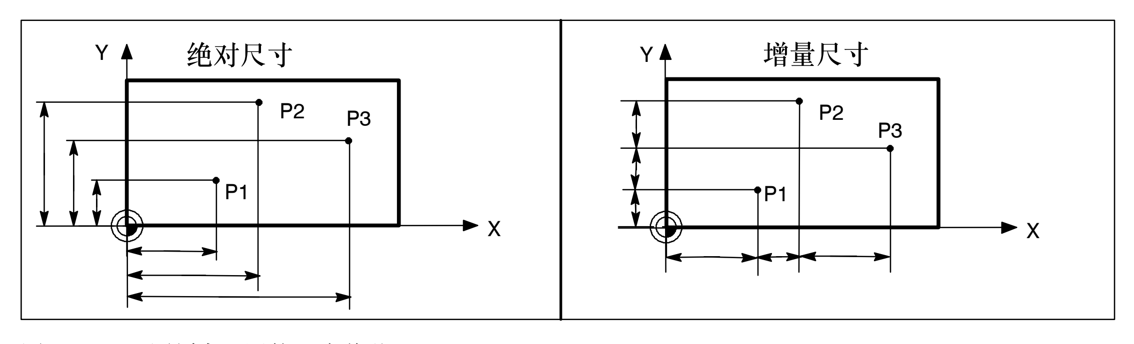


图8-4 图纸中不同的尺寸说明

绝对尺寸G90

在绝对位置数据输入中尺寸取决于**当前坐标系**（工件坐标系或机床坐标系）的**零点**位置。零点偏移有以下几种情况：可编程零点偏移，可设定零点偏移或者没有零点偏移。

程序启动后G90适用于**所有轴**，并且一直有效，直到在后面的程序段中由G91（增量尺寸说明）替代为止（模态有效）。

增量尺寸G91

在增量位移信息输入中，尺寸表示待运行的**轴位移**。**移动的方向**由符号决定。

G91适用于所有坐标轴，并且可以在后面的程序段中由G90（绝对位置数据输入）替换。

用=AC(…)、=IC(…)定义

赋值时必须要有一个等于符号。数值要写在园括号中。
圆心坐标也可以以绝对尺寸用=AC(…)定义。否则圆心的基准点是圆弧起始点。

编程示例

```
N10 G90 X20 Z90          ;绝对尺寸
N20 X75 Z=IC(-32)        ;X仍然是绝对尺寸，Z是增量尺寸
...
N180 G91 X40 Z20         ;转换为增量尺寸
N190 X-12 Z=AC(17)       ;X仍然是增量尺寸，Z是绝对尺寸
```

8.2.4 公制尺寸 / 英制尺寸：G71、G70、G710、G700

功能

工件所标注尺寸的尺寸系统可能不同于系统设定的尺寸系统（英制或公制），但这些尺寸可以直接输入到程序中。系统会完成尺寸的转换工作。

编程

```
G70      ;英制尺寸
G71      ;公制尺寸

G700     ;英制尺寸，也适用于进给率F
G710     ;公制尺寸，也适用于进给率F
```

编程示例

```
N10 G70 X10 Z30      ;英制尺寸
N20 X40 Z50          ;G70继续生效
...
N80 G71 X19 Z17.3    ;开始公制尺寸
```

说明

根据**基础设定**控制系统可将所有几何值都用公制**或**英制尺寸表示。这里刀具补偿值和可设定零点偏移值包括其显示也作为几何值；同样，进给率F的单位分别为毫米/分或英寸/分。基本设定可以通过机床数据设定。
本说明中所给出的例子均以**公制的基本设置**为基础。

用G70或G71编程所有与工件直接相关的几何数据，相应的为英制或公制尺寸，比如:

- 在G0、G1、G2、G3、G33、CIP、CT功能下的位置数据X、Y、Z
- 插补参数I、J、K（也包括螺距）
- 圆弧半径CR
- **可编程的**零点偏移（TRANS、ATRANS）
- 极坐标半径RP

所有其它与工件没有直接关系的几何数值，诸如进给率，刀具补偿值，**可设定**的零点偏移，它们与**G70**/**G71**的编程无关。
但是**G700**/**G710**用于设定进给率F的尺寸系统（英寸/转，英寸/转或者毫米/分钟，毫米/转）。

8.2.5 极坐标，极点定义：G110、G111、G112

功能

通常情况下一般使用直角坐标系（X，Y，Z），但工件上的点也可以用极坐标定义。
如果一个工件或一个零部件，当其尺寸以到一个中心点（极点）的半径和角度来设定时，往往就使用极坐标。

平面

极坐标同样以所使用的平面G17至G19为基准平面。
也可以设定垂直于该平面的第3根轴的坐标值，这样可以在柱面坐标中编程立体数据。

极半径RP=...

极坐标半径定义该点到极点的距离。该值一直保存，只有当极点发生变化或平面更改后才需重新编程。

极角AP=...

极角是指与所在平面中的横坐标轴之间的夹角（比如G17中X轴）。该角度可以是正值，也可以是负值。
该值一直保存，只有当极点发生变化或平面更改后才需重新编程。

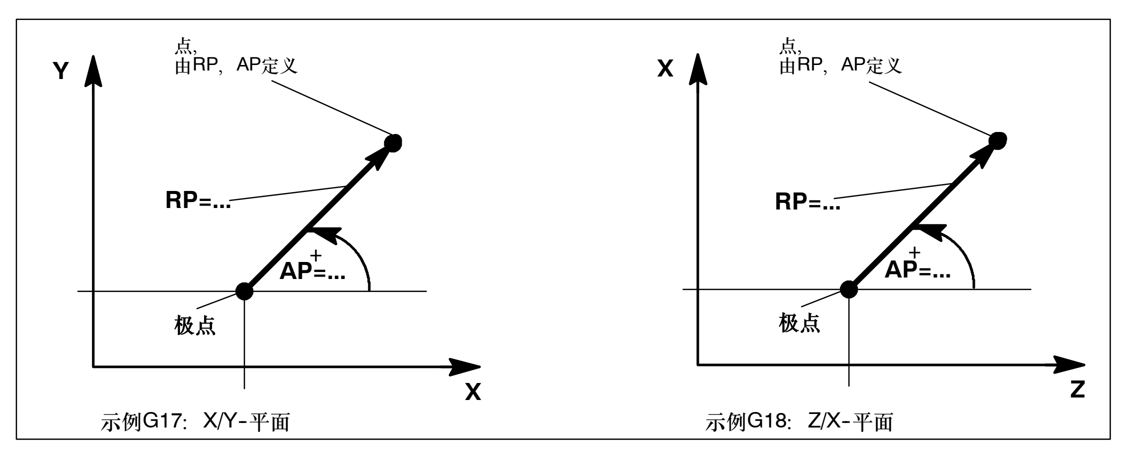


图8-5 在不同平面中正方向的极坐标半径和极角

极点定义，编程

G110	;极点定义，相对于上次编程的设定位置（在平面中，比如G17）。
G111	;极点定义，相对于当前工件坐标系的零点（在平面中，比如G17）。
G112	;极点定义，相对于最后有效的极点，平面不变。

说明

- 极点定义也可以在极坐标中进行。当一个极点已经存在时，才有意义。
- 如未定义极点，则会将当前工件坐标系的零点视为极点。

编程示例

```
N10 G17                        ;X/Y平面
N20 G111 X17 Y36               ;在当前工件坐标系中的极点坐标
...
N80 G112 AP=45 RP=27.8         ;新的极点，相对于上一个极点，作为一个极坐标
N90 ... AP=12.5 RP=47.679      ;极坐标
N100 ... AP=26.3 RP=7.344 Z4   ;极坐标和Z轴（＝柱面坐标）
```

在极坐标中运行

用极坐标编程的位置同样可以作为用直角坐标编程的位置运行

- G0 - 快速移动直线插补
- G1 - 带进给率直线插补
- G2 – 顺时针圆弧插补
- G3 – 逆时针圆弧插补。

（参见章节8.3“轴运行”）

8.2.6 可编程的零点偏移：TRANS、ATRANS

功能

可以使用可编程的零点偏移:

- 在工件的不同位置重复出现的形状/结构
- 为尺寸选择新的参考点时
- 作为粗加工时的余量

由此就产生一个**当前工件坐标系**。新输入的尺寸均是在该坐标系中的数据尺寸。

可以在所有坐标轴中进行零点偏移。

编程

```
TRANS X... Y... Z...        ;可编程的偏移清除所有有关偏移、旋转、比例系数、镜像的指令
ATRANS X... Y... Z...       ;可编程的偏移,
                            附加于当前的指令
TRANS                       ;不带数值
                            清除所有有关偏移、旋转、比例系数、镜像的指令
```

TRANS/ATRANS指令要求一个独立的程序段。

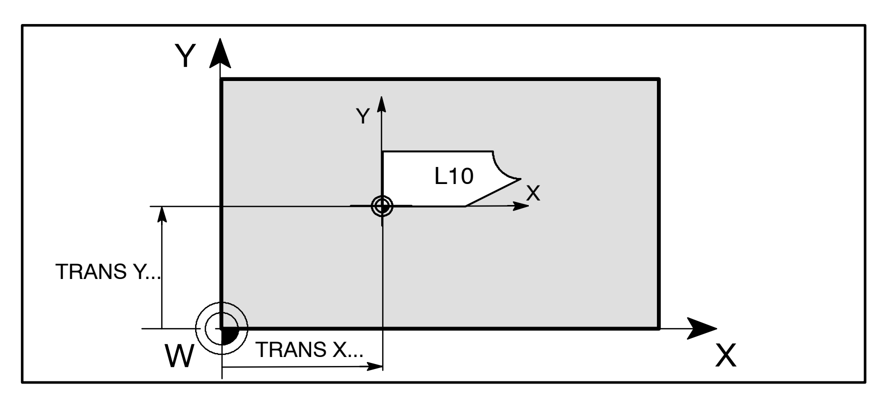


图8-6　　可编程零点偏移举例

编程示例

```
N20 TRANS X20 Y15    ;可编程零点偏移
N30 L10              ;子程序调用，其中包含待偏移的几何量
...
N70 TRANS            ;取消偏移
```

子程序调用－参见章节8.11 “子程序”

8.2.7 可编程旋转：ROT、AROT

功能

在当前的平面G17或G18或G19中执行旋转，值为RPL=…，单位是度。

编程

```
ROT RPL=...     ;可编程旋转，删除以前的偏移，
                旋转，比例系数和镜像指令
AROT RPL=...    ;可编程旋转，附加于当前的指令
ROT             ;没有设定值：删除以前的偏移，
                旋转，比例系数和镜像
```

ROT/AROT指令要求一个独立的程序段。

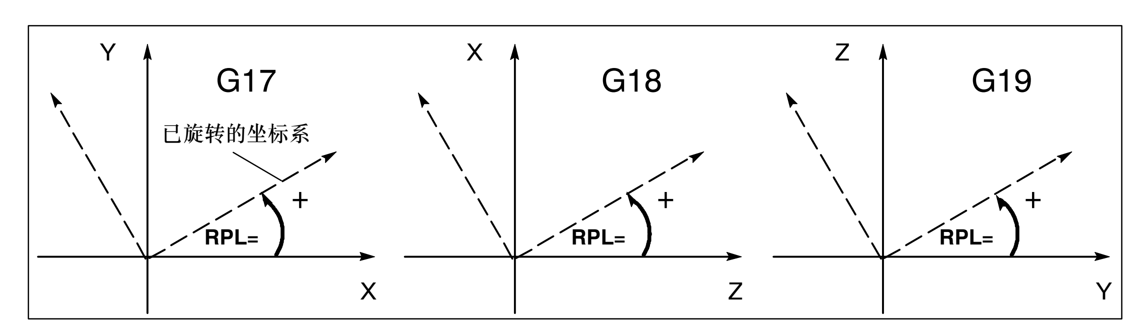


图8-7　在不同的平面中旋转角正方向的定义

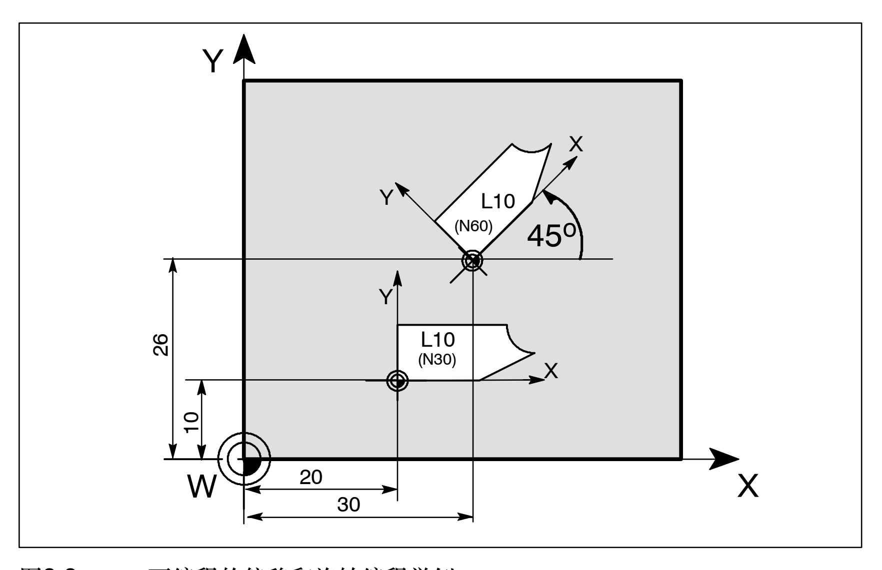


图8-8 可编程的偏移和旋转编程举例

编程示例

```
N10  G17 ...             ;X/Y平面
N20 TRANS X20 Y10        ;可编程零点偏移
N30 L10                  ;子程序调用，其中包含待偏移的几何量
N40 TRANS X30 Y26        ;新偏移
N50 AROT RPL=45          ;附加旋转45度
N60 L10                  ;子程序调用
N70 TRANS                ;删除偏移和旋转
...
```

子程序调用－参见章节8.11 “子程序”

8.2.8 可编程的比例系数：SCALE、ASCALE

功能

用SCALE、ASCALE可以为所有坐标轴编程一个比例系数。可用此比例系数放大或缩小在各个所给定轴中的行程。
当前设定的坐标系用作比例缩放的参照标准。

编程

```
SCALE X... Y... Z...     ;可编程的比例系数，清除有关偏移、旋转、比例系数、镜像的旧指令
ASCALE X... Y... Z...    ;可编程的比例系数，附加于当前的指令
SCALE                    ;不带数值：清除有关偏移、旋转、比例系数、镜像的旧指令
```

SCALE、ASCALE指令要求一个独立的程序段。

说明

- 图形为圆弧时，两个轴所使用的比例系数必须一致。
- 如果在SCALE/ASCALE有效时编程ATRANS，则偏置也同样被比例缩放。

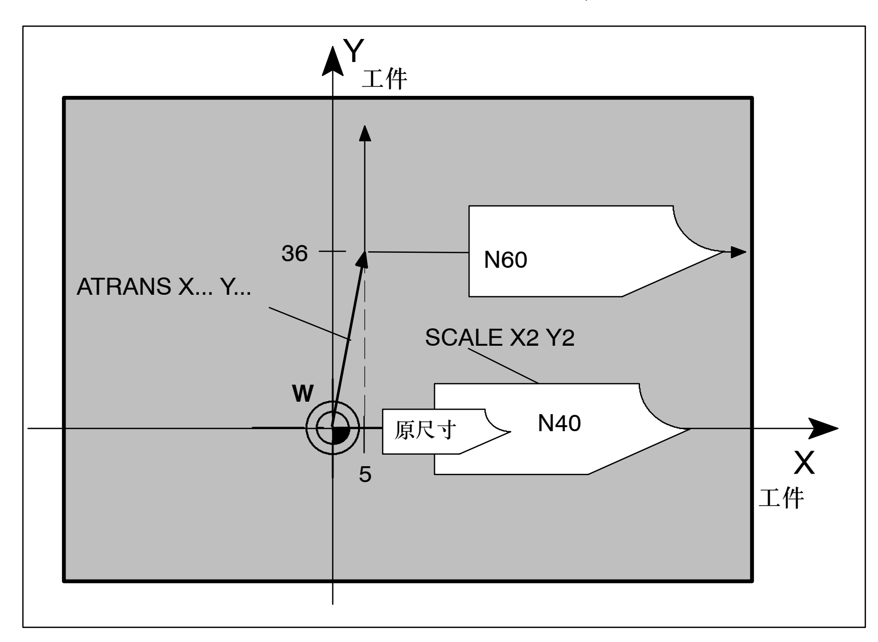


图8-9　　比例和偏移举例

编程示例

```
N10 G17                    ;X/Y平面
N20 L10                    ;已编程轮廓 - 原尺寸
N30 SCALE X2 Y2            ;X轴和Y轴方向的轮廓放大2倍
N40 L10
N50 ATRANS X2.5 Y18        ;值也按比例缩放!
N60 L10                    ;轮廓已放大并偏移
```

子程序调用 - 参见章节8.11 “子程序”

8.2.9 可编程的镜像：MIRROR、AMIRROR

功能

用MIRROR，AMIRROR可以以坐标轴镜像工件形状。编程了镜像功能的坐标轴，其所有运动都以反向运行。

编程

MIRROR X0 Y0 Z0 ;可编程的镜像功能，清除有关偏移、旋转、比例系数、镜像的旧指令
AMIRROR X0 Y0 Z0 ;可编程的镜像功能，附加于当前的指令
MIRROR ;不带数值：清除有关偏移、旋转、比例系数、镜像的旧指令
MIRROR, AMIRROR指令各要求一个独立的程序段。坐标轴的数值没有影响，但必须要定义一个数值。

说明

- 在镜像功能有效时已经使能的刀具半径补偿（G41/G42）自动反向。
- 在镜像功能有效时旋转方向G2/G3自动反向。

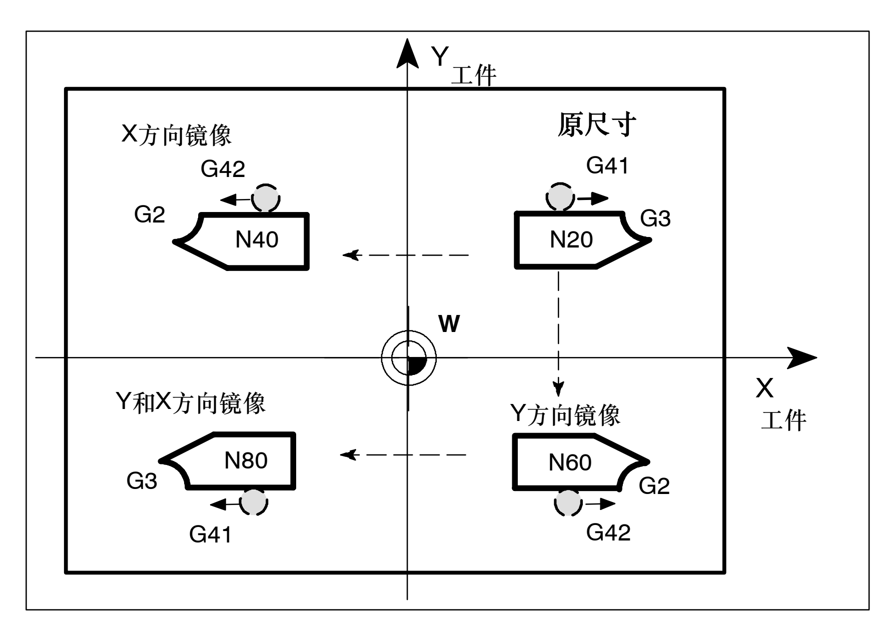


图8-10 举例所示刀具位置镜像

编程示例

在不同的坐标轴中镜像功能对使能的刀具半径补偿和G2/G3的影响:

```
...
N10 G17              ;X/Y平面，Z－垂直于该平面
N20 L10              ;编程的轮廓，带G41
N30 MIRROR X0        ;在X轴改变方向
N40 L10              ;镜像的轮廓
N50 MIRROR Y0        ;在Y轴改变方向
N60 L10
N70 AMIRROR X0       ;再次镜像，又回到X方向
N80 L10              ;轮廓镜像两次
N90 MIRROR           ;取消镜像功能。
...
```

子程序调用－参见章节8.11“子程序”

8.2.10 工件装夹—可设定的零点偏移：G54到G59、G500、G53、G153

功能

可调节的零点偏移给出在机床中的**工件零点**位置（工件零点以机床零点为基准偏移）。当工件装夹到机床上后求出偏移量，并通过操作输入到规定的数据区。程序可以通过选择相应的G功能G54至G59激活此值。

说明： 可以通过对某机床轴设定一个旋转角，使工件成一角度夹装。旋转部分可与偏移G54到G59同时激活。

操作请参见章节“输入/修改零点偏移”

编程

```
G54          ;第一可设定零点偏移
G55          ;第二可设定零点偏移
G56          ;第三可设定零点偏移
G57          ;第四可设定零点偏移
G58          ;第五可设定零点偏移
G59          ;第六可设定零点偏移
G500         ;取消可设定零点偏移-模态有效

G53          ;取消可设定零点偏移-程序段方式有效，可编程的零点偏移也一起取消。
G153         ;如同G53，取消附加的基本框架
```

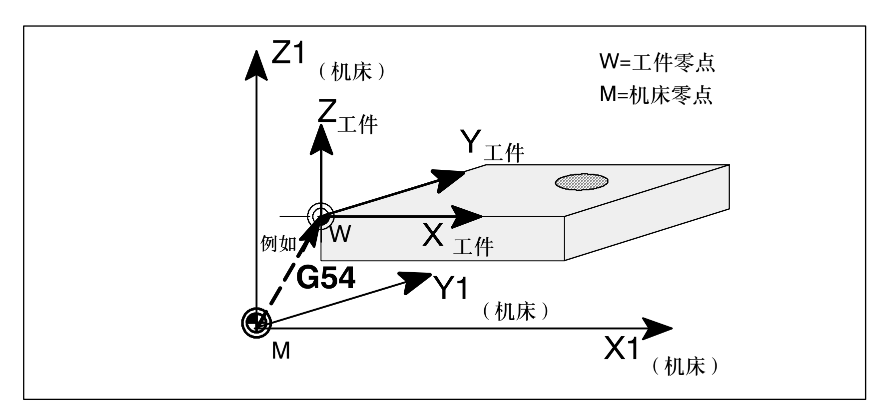


图8-11　可设定的零点偏移

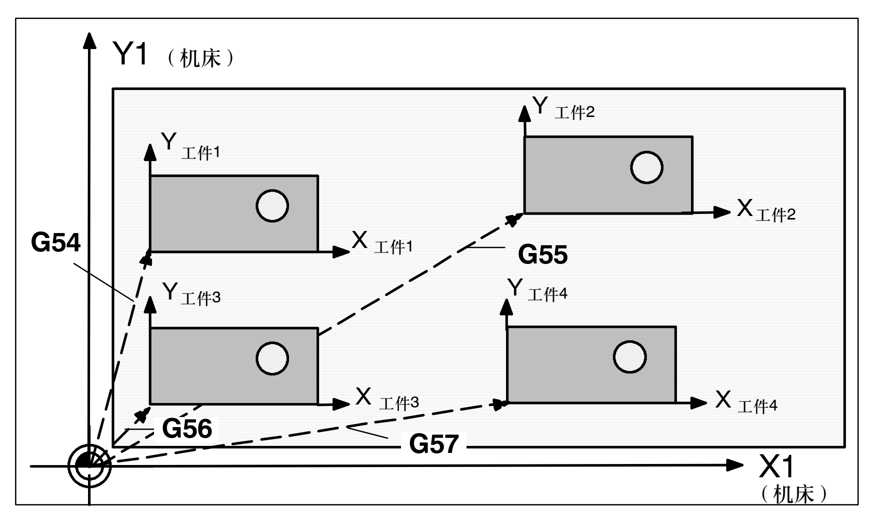


图8-12　在钻削铣削时几个可能的夹紧方式

编程示例

```
N10 G54 ...          ;调用第一个可设定零点偏移
N20 L47              ;加工工件1，在此作为L47
N30 G55 ...          ;调用第二个可设定零点偏移
N40 L47              ;加工工件2，在此作为L47
N50 G56 ...          ;调用第三个可设定零点偏移
N60 L47              ;加工工件3，在此作为L47
N70 G57 ...          ;调用第四个可设定零点偏移
N80 L47              ;加工工件4，在此作为L47
N90 G500 G0 X...     ;取消可设定零点偏移
```

子程序调用－参见章节8.11 “子程序”

8.2.11 可编程的工作区域限制：G25、G26、WALIMON、WALIMOF

功能

可以用G25/26定义所有轴的工作区域，规定哪些区域可以运行，哪些区域不可以运行。当刀具长度补偿有效时，指刀尖必须要在此区域内；否则，刀架基准点必须在此区域内。坐标值以机床为参照系。

为了能利用工作区域限制，必须为相应的轴将其激活。这要通过在输入屏幕窗口中依次按下"参数" > "设定数据" > "工作区域限制"。

可以以两种方式定义工作区域:

- 在控制系统的输入屏幕窗口"偏移参数" > "设定数据" > "工作区域限制"下输入数值。

  这样工作区域限制在JOG运行方式下也是有效的。
- 用G25/G26编程

  在零件程序中，单个轴的值可以改变。在输入屏幕窗口中已输入的值（"偏移参数" > "设定数据" > "工作区域限制"）被改写。

使用WALIMON/WALIMOF在程序中打开/关闭工作区域限制。

编程

```
G25  X... Y... Z...      ;工作区域下限
G26  X... Y... Z...      ;工作区域上限

WALIMON                  ;工作区域限制使能
WALIMOF                  ;工作区域限制取消
```

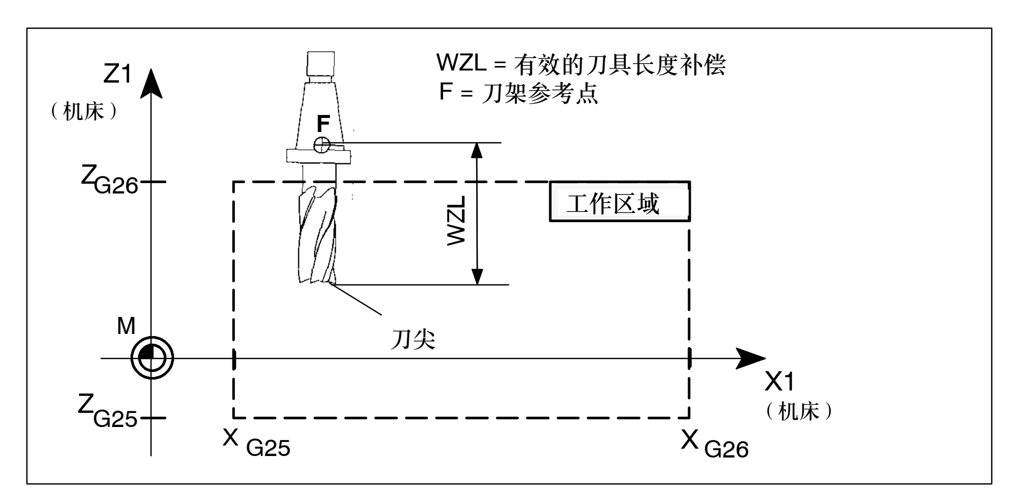


图8-13 可编程工作区域限制，2维举例

说明

- G25、G26要使用 MD 0080：AXCONF_CHANAX_NAME_TAB中的通道轴名称。
  SINUMERIK 802D sl 可使用动态转换（TRANSMIT、TRACYL）。此处可能为MD 20080和几何轴名称设计了不同的轴名称。
- G25/G26可以与地址S一起，用于限定主轴转速 （参见章节“主轴转速限制”）。
- 坐标轴只有在回参考点之后工作区域限制才有效。

编程示例

```
N10 G25 X10 Y-20 Z30        ;工作区域限制下限值
N20 G26 X100 Y110 Z300      ;工作区域限制上限值
N30 T1 M6
N40 G0 X90 Y100 Z180
N50 WALIMON                 ;工作区域限制使能
...                         ;仅在工作区域内
N90 WALIMOF                 ;工作区域限制取消
```

8.3 坐标轴运动

8.3.1 快速直线插补：G0

功能

轴快速移动G0用于快速定位刀具，**没有对工件进行加工**。
所有轴都可同时运行 － 在一个线性轨迹上。

机床数据中规定每个坐标轴快速移动速度的最大值。一个坐标轴运行时就以此速度快速移动。如果快速移动同时在两个或三个轴上执行，则轨迹速度（如：刀尖上生成的速度）为考虑所有参与轴的情况下所能达到的**最大速度**。

用G0快速移动时在F指令下编程的进给率无效。G0一直有效，直到被G功能组中其它的指令（G1、G2、G3、…）取代为止。

编程

G0 X... Y... Z... ;直角坐标
G0 AP=... RP=... ;极坐标
G0 AP=... RP=... Z... ;圆柱坐标（3维）
说明：另外还可以使用角度ANG=…进行直线编程（参见章节8.5.2“轮廓定义编程”）。

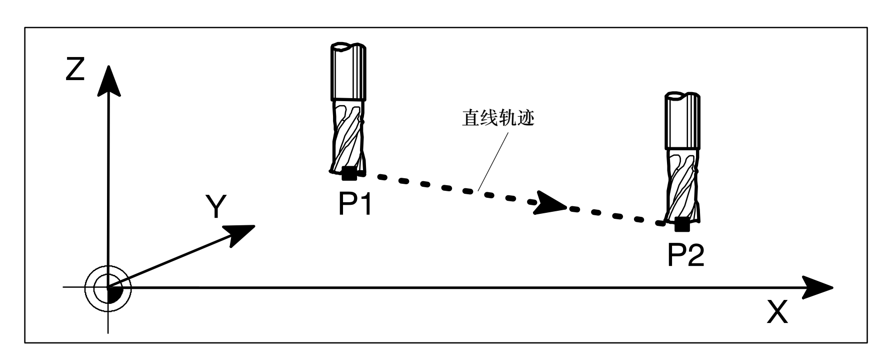


图8-14 点P1到P2的快速直线插补

编程示例

N10 G0 X100 Y150 Z65 ;直角坐标系
...
N50 G0 RP=16.78 AP=45 ;极坐标系

说明

G功能组中还有其它的G指令用于定位功能（参见章节8.3.16“准确定位/连续路径加工：G60，G64”）。
对于G60准停，可用一个其它的G功能组以不同的精度选择一个窗口。另外，用于准停还有一个程序段方式有效的指令：G9。
在进行准确定位时请注意对几种方式的选择。

8.3.2 带进给率的直线插补：G1

功能

刀具以直线轨迹从起始点移动到终点。**轨迹速度**由编程的**F**字决定。
所有轴可以同时运行。
G1一直有效，直到被G功能组中其它的指令（G0、G2、G3、…）取代为止。

编程

```
G1 X... Y... Z... F...        ;直角坐标
G1  AP=... RP=... F...        ;极坐标
G1  AP=... RP=... Z... F...   ;圆柱坐标（3维）
```

说明：另外还可以使用角度ANG=…进行直线编程（参见章节8.5.2“轮廓定义编程”）。

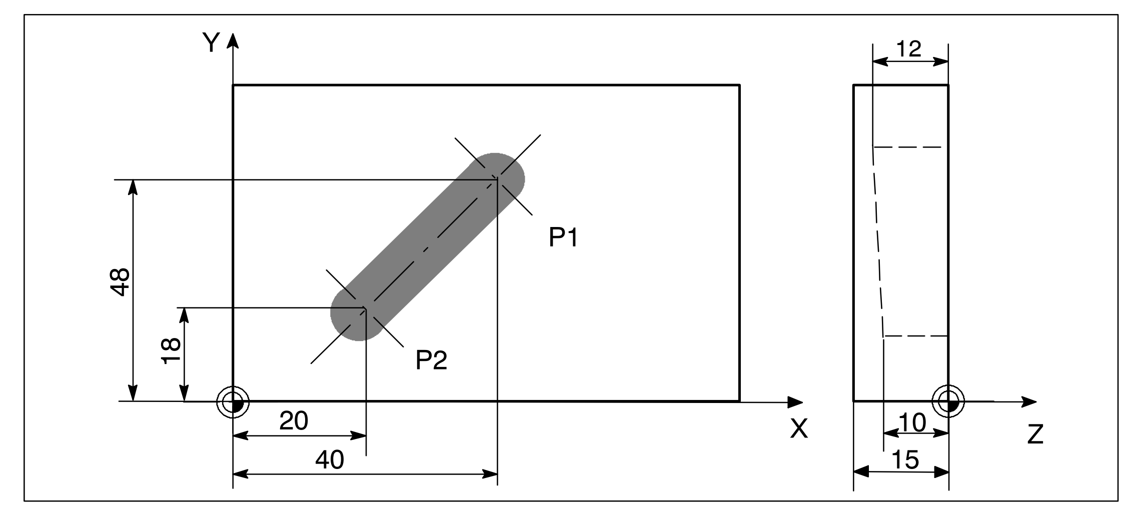


图8-15 三个轴方向上的直线插补，举例：加工槽

编程示例

```
N05 G0 G90 X40 Y48 Z2 S500 M3   ;刀具快速移动到P1，3轴同时运动,
                                主轴转速=500转/分，顺时针旋转
                                ;进刀到Z-12，进给率
N10 G1 Z-12 F100                ;进刀到Z-12，进给率100毫米/分钟
N15 X20 Y18 Z-10                ;刀具在空中沿直线运行到P2
N20 G0 Z100                     ;快速移动空运行
N25 X-20 Y80
N30 M2                          ;程序结束
```

加工一个工件时，必须要求主轴转速S…和方向M3/M4（参见章节“主轴运动”）。

8.3.3 圆弧插补：G2、G3

功能

刀具沿圆弧轮廓从起始点运行到终点。运行方向由G功能定义:

G2 ;顺时针方向

G3 ;逆时针方向

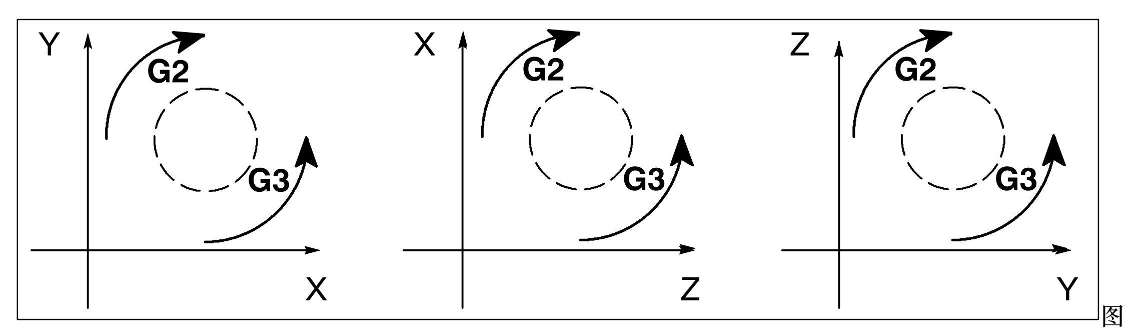


图8-16 圆弧插补G2/G3在3个平面中的方向规定

所要求的圆弧可以以不同的方式进行描述:

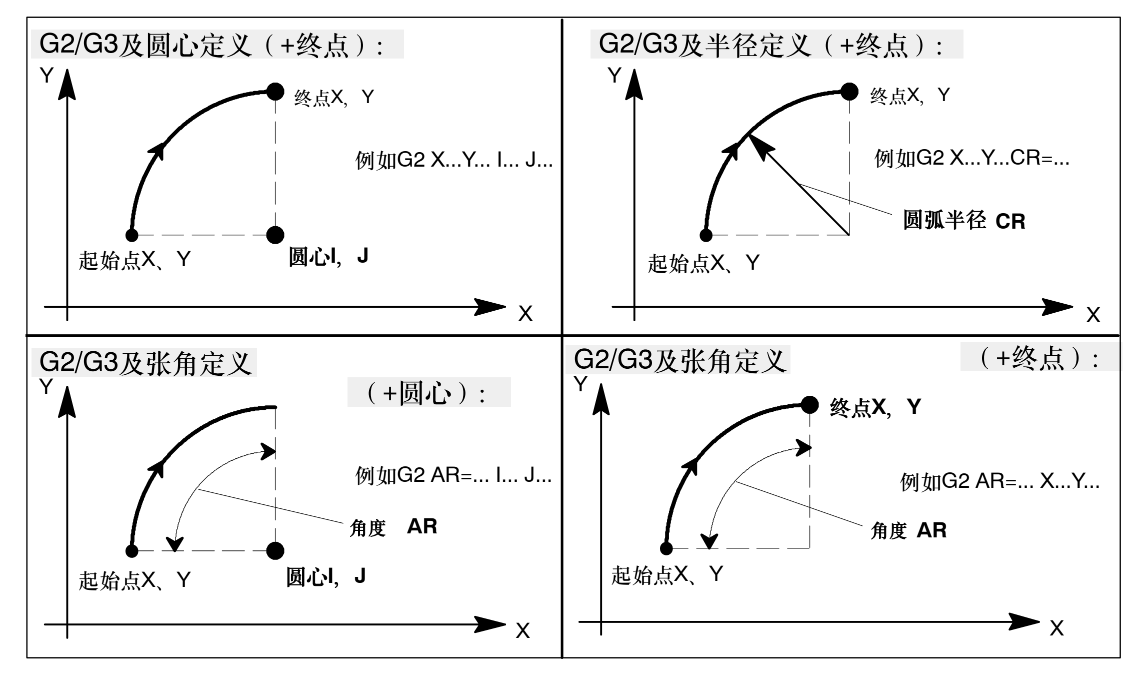


图8-17 用G2/G3进行圆弧编程的方法，举例X/Y轴和G2

G2/G3一直有效、直到被G功能组中其它的指令（G0，G1，...）取代为止。
轨迹速度以已编程的**F**字为准。

编程

```
G2/G3 X... Y... I... J...      ;圆心和终点
G2/G3 CR=... X... Y...         ;半径和终点
G2/G3 AR=... I... J...         ;张角和圆心
G2/G3 AR=... X... Y...         ;张角和终点
G2/G3 AP=... RP=...            ;极坐标和极点圆弧
```

提示

其它的圆弧编程方法有:
CT – 圆弧用切线连接
CIP – 通过中间点的圆弧（参见后面的章节）

圆弧的输入公差

系统仅能接收一定范围之内的公差。比较圆弧的起始点和终点。如果差值在公差之内，则可以精确地设定圆心。否则发出报警。

公差值可以通过机床数据调整（参见“操作说明”802D sl）。

说明

只有用圆心和终点定义的程序段才可以编程**整圆**！

在用半径定义的圆弧中，CR=... 的符号用于选择正确的圆弧。使用同样的起始点，终点，半径和相同的方向，可以编程2个不同的圆弧。CR=**-**... 中的负号说明圆弧段大于半圆；否则，圆弧段小于或等于半圆:

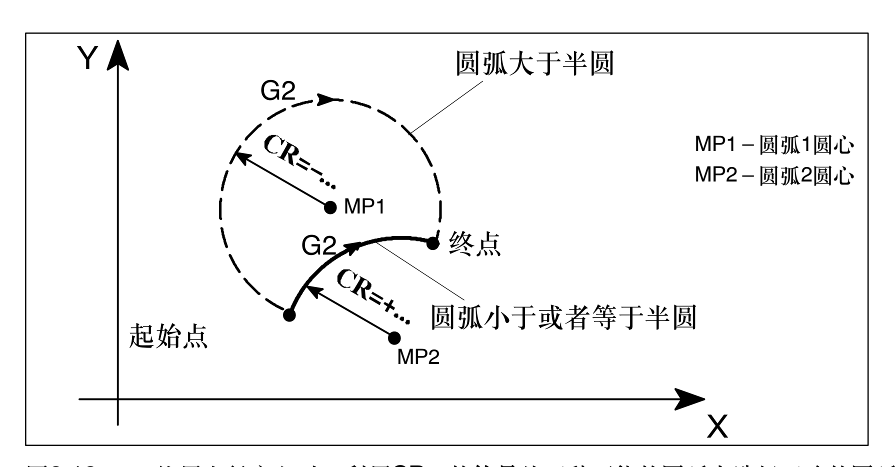


图8-18 使用半径定义时，利用CR= 的符号从两种可能的圆弧中选择正确的圆弧

编程示例：定义圆心和终点

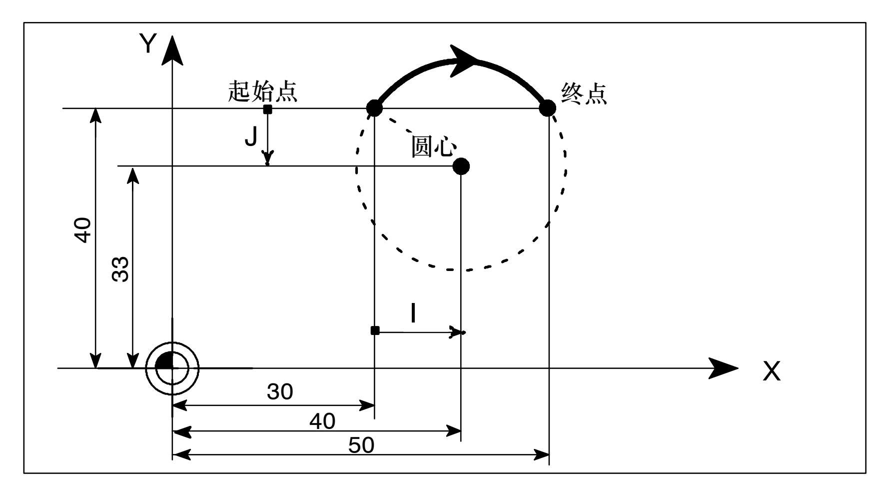


图8-19 圆心和终点坐标定义

```
N5 G90 X30 Y40              ;N10圆弧的起始点
N10 G2 X50 Y40 I10 J-7      ;终点和圆心
```

说明： 圆心的值与圆弧的起始点有关！

编程示例：定义终点和半径

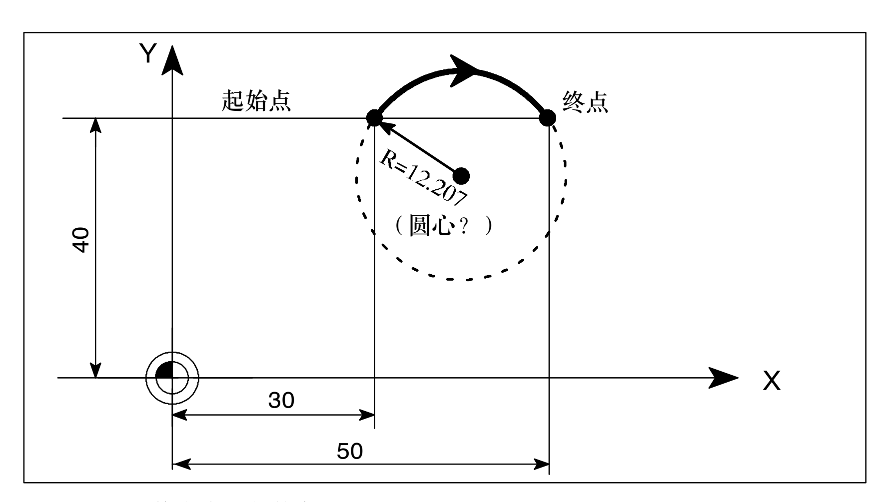


图8-20 终点和半径的定义

```
N5 G90 X30 Y40              ;N10圆弧的起始点
N10 G2 X50 Y40 CR=12.207    ;终点和半径
```

说明： CR=-…中的负号会选择一个大于半圆的圆弧段。

编程示例：定义终点和张角

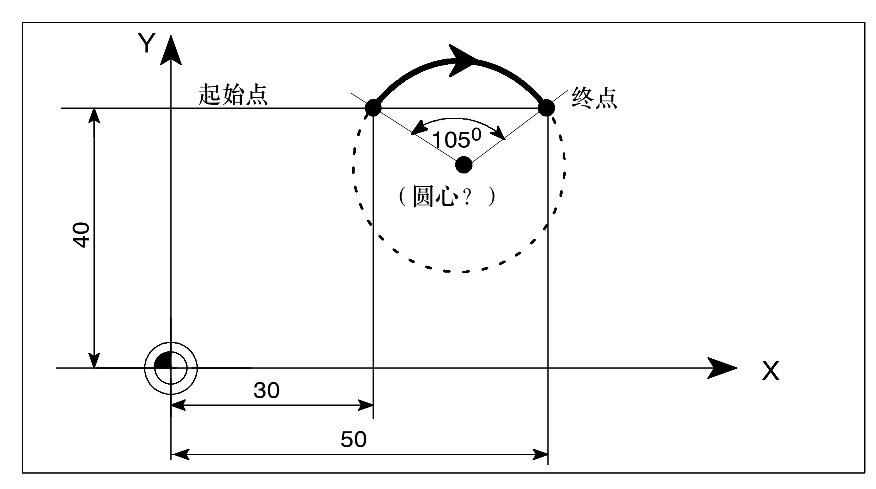


图8-21 终点和张角的定义

```
N5 G90 X30 Y40              ;N10圆弧的起始点
N10 G2 X50 Y40 AR=105       ;终点和张角
```

编程示例：定义圆心和张角

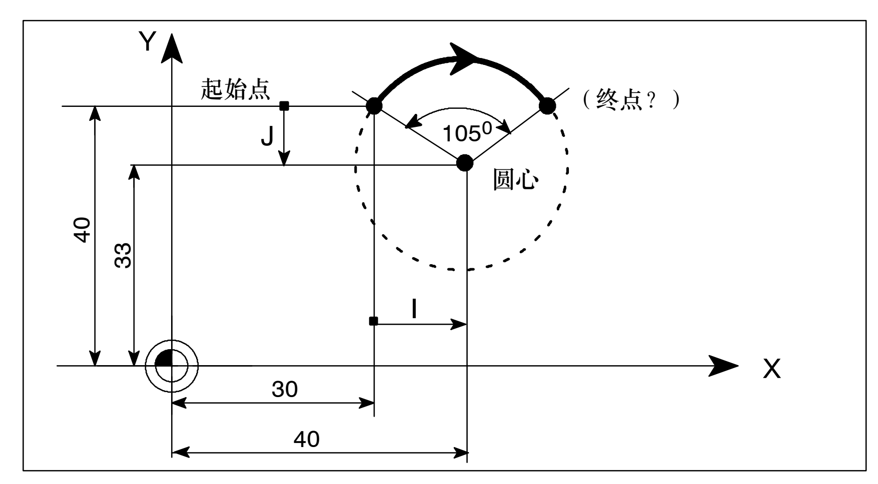


图8-22 圆心和张角数值举例

```
N5 G90 X30 Y40              ;N10圆弧的起始点
N10 G2 I10 J-7 AR=105       ;圆心和张角
```

说明：圆心的值与圆弧的起始点有关！

极坐标编程举例:

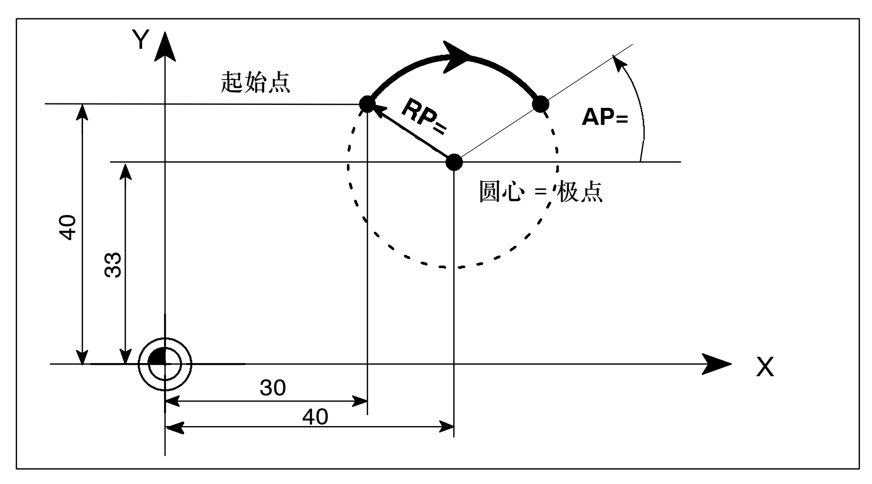


图8-23 极坐标系中的圆弧举例

```
N1 G17                       ;X/Y平面
N5 G90 G0 X30 Y40            ;N10圆弧的起始点
N10 G111 X40 Y33             ;极点 = 圆心
N20 G2 RP=12.207 AP=21       ;极坐标
```

8.3.4 通过中间点进行圆弧插补: CIP

功能

如果已经知道圆弧的**三个轮廓点**，而不知道圆心或半径或者张角，则建议使用功能CIP。

在此，圆弧方向由中间点的位置确定（中间点位于起始点和终点之间）。对应着不同的坐标轴，中间点定义如下:

I1= …用于X轴，

J1= …用于Y轴，

K1= …用于Z轴

CIP一直有效、直到被G功能组中其它的指令（G0，G1，G2，...）取代为止。

说明：可设定的位置数据输入G90或G91指令对终点**和**中间点有效！

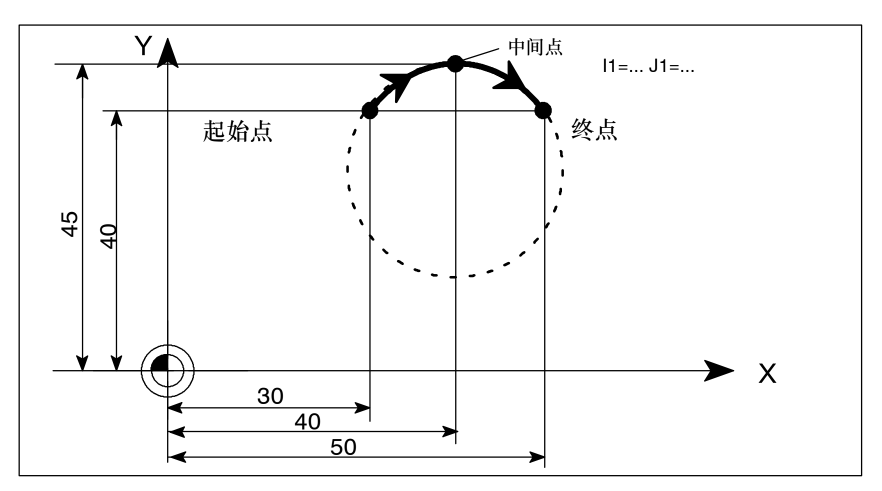


图8-24 已知终点和中间点的圆弧插补（用G90）

编程示例

```
N5 G90 X30 Y40                  ;用于N10的圆弧起始点
N10 CIP X50 Y40 I1=40 J1=45     ;终点和中间点
```

8.3.5 切线过渡圆弧：CT

功能

在当前平面G17至G19中，使用CT和编程的终点可以使圆弧与前面的轨迹（圆弧或直线）进行切向连接。
圆弧的半径和圆心可以从前面的轨迹与编程的圆弧终点之间的几何关系中得出。

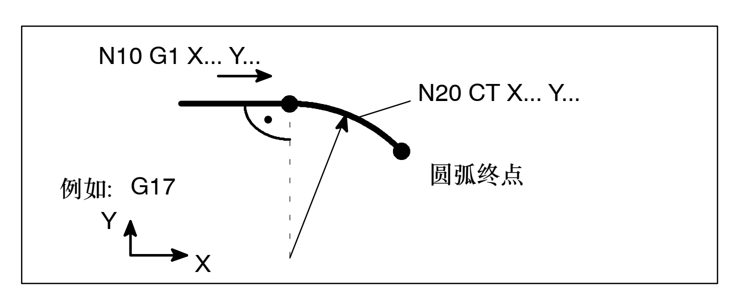


图8-25 圆弧与前面的轨迹切向连接

编程示例

```
N10 G1 X20 F300       ;直线
N20 CT X... Y...      ;切向连接的圆弧
```

8.3.6 螺旋插补：G2/G3、TURN

功能

螺旋插补是由两种运动组成:

- 在G17，G18或G19平面中进行的圆弧运动
- 垂直该平面的轴的直线运动

此外用指令TURN=…编程整园循环的个数；这将附加到圆弧编程中。

螺旋插补可以用于铣削螺纹，或者在油缸的润滑槽加工中。

编程

```
G2/G3 X... Y... I... J... TURN=...      ;圆心和终点
G2/G3 CR=... X... Y... TURN=...         ;圆半径和终点
G2/G3 AR=... I... J... TURN=...         ;张角和圆心
G2/G3 AR=... X... Y... TURN=...         ;张角和终点
G2/G3 AP=... RP=... TURN=...            ;极坐标系；极点圆弧
```

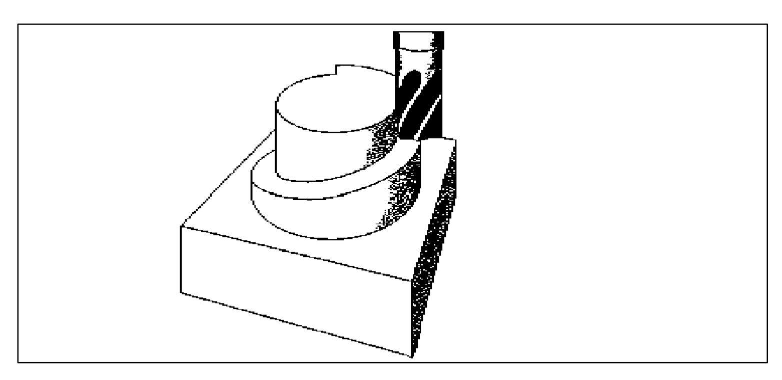


图8-26 螺旋插补

编程示例

```
N10 G17                                 ;X/Y平面，Z－垂直于该平面
N20 ... Z...
N30 G1 X0 Y50 F300                      ;回到始点
N40 G3 X0 Y0 Z33 I0 J-25 TURN= 3;螺旋
...
```

8.3.7 恒螺距螺纹切削：G33

功能

该功能要求主轴带有位移测量系统。
该功能G33可以用来加工带恒定螺距的螺纹，如果刀具合适，则可以使用带补偿夹具的攻丝。

在这种情况下，用补偿夹具补偿在一定的范围之内所出现的位移差值。
钻削深度由坐标轴X，Y或Z定义，螺距由相应的I，J或K值决定。

G33一直保持有效，直到被组中其它的指令取代为止（G0，G1，G2，G3，…）。

右旋/左旋螺纹

右旋或左旋螺纹由主轴的旋转方向确定（M3 – 顺时针旋转，M4 – 逆时针旋转，参见章节8.4“主轴运动”）。这就要求在地址S下编程速度值，或者设定一个速度值。

说明:
标准循环CYCLE840提供一个完整的带补偿夹具的攻丝循环。

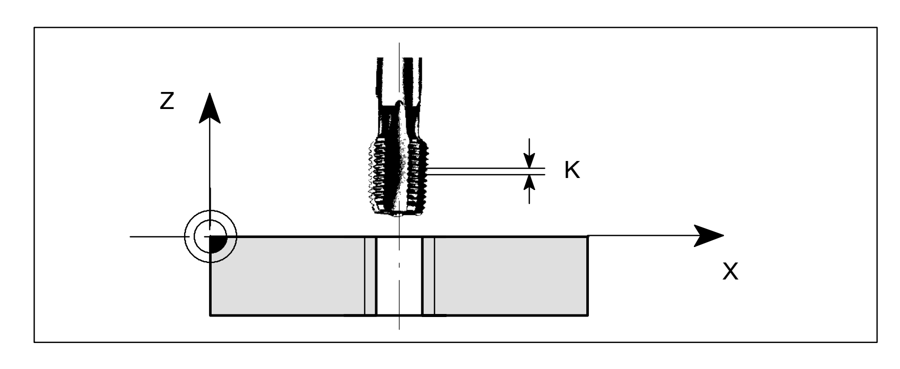


图 8-27 用G33攻丝

编程示例

公制螺纹5,
螺距见表：0.8毫米/转，钻孔已经准备好:

```
N10 G54 G0 G90 X10 Y10 Z5 S600 M3   ;回到始点，主轴顺时针旋转
N20 G33 Z-25 K0.8                   ;攻丝，终点-25毫米
N40 Z5 K0.8 M4                      ;后退，主轴逆时针旋转
N50 G0 X... Y... Z...
```

坐标轴速度

用G33编程螺纹，加工螺纹的轴速度由主轴速度和螺距决定。**与进给率F没有关系**。进给率处于存储状态。在此，机床数据中规定的最大轴速度（快速移动速度）不允许超过。如超出则发生报警。

说明

重要

- 在螺纹加工期间，主轴修调开关（主轴倍率）必须保持不变。
- 在此程序段中进给修调开关不起作用。

8.3.8 带补偿夹具攻丝：G63

功能

G63可以用于带补偿夹具的螺纹加工，编程的进给率必须与主轴速度（S编程或速度设定）和螺距相匹配:

F[毫米/分钟]=S[转/分钟]x螺距[毫米/转]

在这种情况下，用补偿夹具补偿在一定的范围之内所出现的位移差值。
也用G63指令退出钻削，但主轴运行方向相反M3<->M4。

G63以程序段方式有效。在G63之后的程序段中，以前的插补G指令（G0，G1，G2，…）再次生效。

右旋/左旋螺纹

右旋或左旋螺纹由主轴的旋转方向确定（M3 – 顺时针旋转，M4 – 逆时针旋转，参见章节8.4 “主轴运动”）。

说明:
标准循环CYCLE840提供一个完整的带补偿夹具（使用G33及相应的前提条件）的攻丝循环。

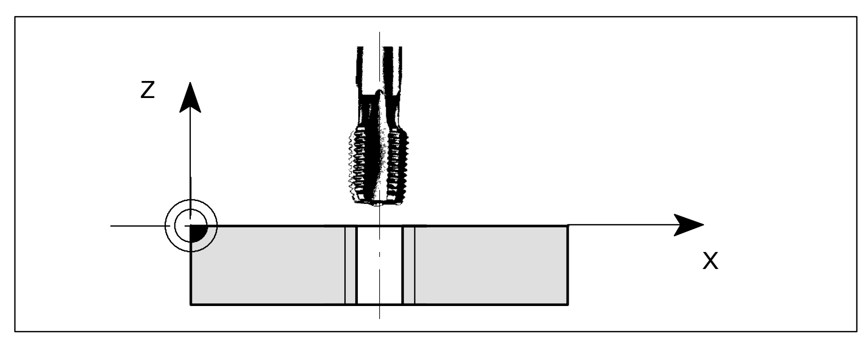


图8-28 用G63攻丝

编程示例

公制螺纹5，螺距见表：0.8毫米/转，钻孔已经准备好：

```
N10 G54 G0 G90 X10 Y10 Z5 S600 M3   ;回起始点，主轴顺时针旋转
N20 G63 Z-25 F480                   ;攻丝，终点-25毫米
N40 G63 Z5 M4                       ;后退，主轴逆时针旋转
N50 X... Y... Z...
```

8.3.9 螺纹插补：G331、G332

功能

要求主轴必须是位置控制的主轴，且具有位移测量系统。
如果主轴和坐标轴的动态性能许可，可以用G331/G332进行**不带**补偿夹具的螺纹切削。
如果在这种情况下还是使用了补偿夹具，则由补偿夹具接受的行程差值会减少。从而可以进行高速主轴攻丝。

用G331加工螺纹，用G332退刀。
钻孔深度通过X、Y、Z轴来规定；螺距通过相关的I、J或K来规定。
G332的螺距编程与G331相同。主轴自动反向。
主轴转速用S编程，不带M3/M4。
在攻丝之前，必须用SPOS=…指令使主轴处于位置控制运行状态（参见章节8.4.3“主轴定位：SPOS”）。

右旋/左旋螺纹

螺距的**符号**确定主轴方向：

正：右旋（同M3）
负：左旋（同M4）

注释：
LCYC84标准循环提供了一个完整的带螺纹插补的攻丝循环。

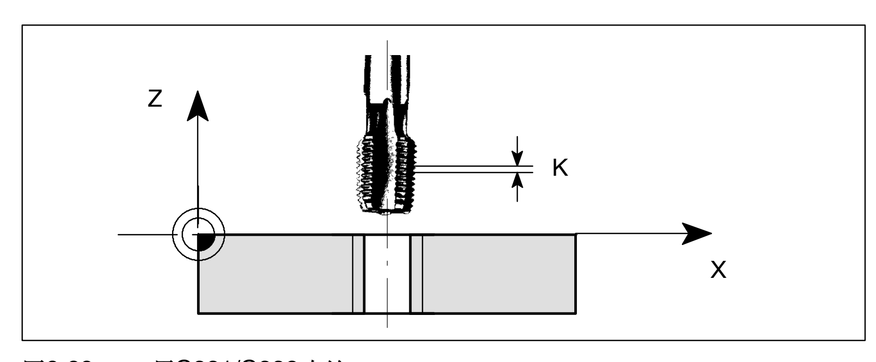


图8-29 用G331/G332攻丝

坐标轴速度

G331/G332中在加工螺纹时坐标轴速度由主轴转速和螺距确定。**与进给率F没有关系**。进给率处于存储状态。在此，机床数据中规定的最大轴速度（快速移动速度）不允许超过。如超出则发生报警。

编程示例

公制螺纹5，螺距：0.8毫米/转，钻孔已经准备好：

```
N5 G54 G0 G90 X10 Y10 Z5     ;回起始点
N10 SPOS=0                   ;主轴处于位置控制状态
N20 G331 Z-25 K0.8 S600      ;攻丝，K为正，表示主轴右旋
                              终点-25毫米
N40 G332 Z5 K0.8             ;退刀
N50 G0 X... Y... Z...
```

8.3.10 返回固定点：G75

功能

用G75可以返回到机床中某个固定点，比如换刀点。固定点位置固定地存储在机床数据中。它不会产生偏移。每个轴的返回速度就是其快速移动速度。

G75需要一独立程序段，并按程序段方式有效。机床坐标轴的名称必须要编程！

在G75之后的程序段中原先“插补方式”组中的G指令（G0、G1、G2、…）将再次生效。

编程示例

```
N10 G75 X1=0 Y1=0 Z1=0
```

说明：程序段中X1，Y1和Z1（在此＝0）下编程的数值不识别，必须写入。

8.3.11 回参考点：G74

功能

用G74指令实现NC程序中回参考点功能。每个轴的方向和速度存储在机床数据中。
G74需要一独立程序段，并按程序段方式有效。机床坐标轴的名称必须要编程！
在G74之后的程序段中原先 “插补方式”组中的G指令（G0、G1、G2、…）将再次生效。

编程示例

N10 G74 X1=0 Y1=0 Z1=0

说明：程序段中X1，Y1和Z1（在此＝0）下编程的数值不识别，必须写入。

8.3.12 用测量探头测量：MEAS、MEAW

功能

该功能适用于SINUMERIK 802D sl plus和pro！
如果在轴运动的一个程序段中有指令MEAS=…或者MEAW=…，则在所连接测量探头的开关边沿处采集运行轴的位置并存储。每个轴的测量结果在程序中可读。
指令为MEAS时，当所选择的测量探头的开关边沿到达后，则制动正在运行的坐标轴，并且其剩余的行程将会清除。

编程

```
MEAS=1    G1 X... Y... Z... F... ;测量头上升沿时测量，
                                  删除待运行行程
MEAS=-1   G1 X... Y... Z... F... ;测量头下降沿时测量，
                                  删除待运行行程
MEAW=1    G1 X... Y... Z... F... ;测量头上升沿时测量，
                                  不删除待运行行程
MEAW=-1   G1 X... Y... Z... F... ;测量头下降沿时测量，
                                  不删除待运行行程
```

小心

使用MEAW时：在松开测量探头后，它也会运行至编程设计的位置。有损坏危险！

测量订货状态

若测量头已经打开，则在测量记录之后变量$AC_MEA[1]的值为1；否则值为0。
启动测量记录时该变量设定为0。

测量结果

测量头打开并记录之后，其通过下面变量记录的测量结果供运行的坐标轴使用:
在机床坐标系中: $AA_MM[*轴*]
在工件坐标系中: $AA_MW[*轴*]

编程示例

```
N10 MEAS=1 G1 X300 Z-40 F4000           ;测量时清除剩余行程,
                                        上升沿测量探头
N20 IF $AC_MEA[1]==0 GOTOF MEASERR     ;测量出错？
N30 R5=$AA_MW[X] R6=$AA_MW[Z]          ;处理测量值
..
N100  MEASERR:  M0                      ;测量出错
```

说明: IF指令－参见章节“有条件程序跳转”

8.3.13 切向控制: TANG、TANGON、TANGOF、TLIFT、TANGDEL

功能

该功能仅适用于软件版本SINUMERIK 802D sl pro。
该功能的使用已超出了铣削技术的范围。

如果将控制系统SINUMERIK应用于某些技术领域，例如当需要通过校准切线用刀具（正切）加工出程序中规定的工件轮廓时，就可以采用“切向控制”。例如:
- 在用带锯加工时进行工件校准装置
- 在玻璃、皮革、纺织品或纸张加工时的小插齿刀导向。

使用功能TANG( ) 定义带耦合系数的轴耦合。轴耦合确定一个随动轴（回转轴）和两个主动轴（加工平面轴）。按照引导轴轨迹的切线，跟随轴跟踪运行。利用TANGON（ ）开启耦合，用TANGOF（ ）关闭耦合。通过在TANGON( ) 中编程的角度可以定义跟随轴（回转轴）的偏移角。利用TANGDEL（ ）指令，可以在关闭的状态下将一个设定的耦合删除。
利用各项功能可分别传送所确定的相应参数或数值。如果各轴的所有参数均无规定值，就不必写入这些值。

编程

TANG（*F轴*、*L轴1*、*L轴2*、*耦合*、*KS*、*Opt*）	;设定切向耦合
TANGON（*F轴*、*Winkel*、*Dist*、*Winkeltol*）	;开启切向控制
TANGOF（*F轴* ）	;关闭切向控制
TLIFT（*F轴* ）	;在轮廓拐角上插入中间程序段
TANGDEL（*F轴* ）	;删除所设定的切向耦合

参数说明

FAchse	- 跟随轴（按切向跟踪运行的回转轴）
LAchse1, LAchse2	- 引导轴1和2（轨迹轴，从该轴确定 跟随轴跟踪运行的切线。）
Koppel	- 耦合系数（切线角度变化与 被跟踪轴之间的关联。） 规定值可选，预设值 = 1
KS	- 坐标系的标记字母，规定值可选: “B” = 基本坐标系（预设）
Opt	- 优化: “S” = 标准（默认值）或 “P” = 随动轴和主动轴时间过程的自动匹配
Winkel	- 随动轴的偏移角
Dist	- 随动轴的精磨行程，在选定优化 = “P”时必需
Winkeltol	- 随动轴的角度公差，规定值可选，（仅在选定优化 = “P”时进行分析）

说明

***Opt* = “P”** 时，跟随轴的运动受引导轴的速度限制。

参数***Dist***和***Winkeltol***可有针对性地限制被跟踪轴和引导轴切线之间的误差。由于引导轴轮廓跃变而产生的跟随轴速度跃变（用*Dist* 和*Winkeltol*）磨光或平滑。此时将跟随轴预先运行到偏差尽可能小的位置。

在轮廓拐角处插入中间程序段: **TLIFT( )**
切线将在轮廓的一个角上变化并由此使随动轴的规定位置发生跳转。轴在通常情况下，尝试以其可能的最大速度平衡这种变化。在此情况下在轮廓上拐角之后，相对于所期望的切向定位，出现超过一定距离的误差。如果该偏差出于工艺原因不能被接受，便可以用指令TLIFT（ ）使控制系统在该角点停下，并利用一个自动生成的中间程序段令随动轴旋转到新的切线方向。通过机床数据来定义角度变化，从角度开始变化起插入一个自动中间程序段。

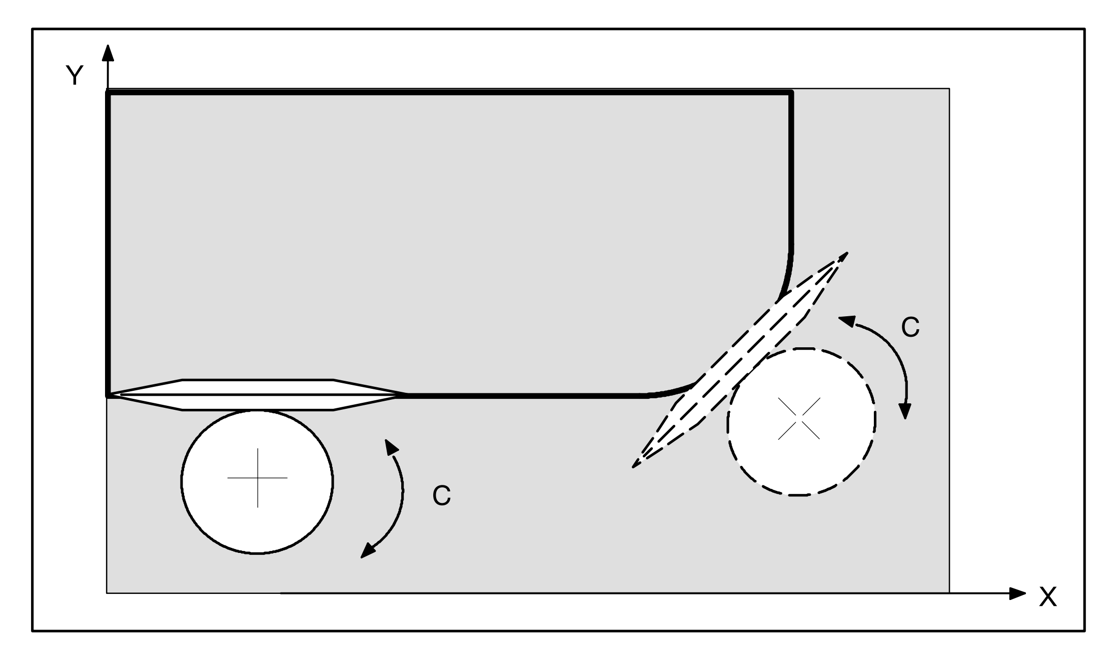


图8-30　　切向控制，例如用于小插齿刀: X、Y = 主动轴，C = 随动轴

编程示例

```
N10 TANG(C, X, Y,1)      ;定义切向控制耦合
N20 ...                  ;返回起始点
N30 TANGON(C,0)          ;接通耦合，C轴方向0度
N40 G1 F800 X10 Y20      ;在X，Y上运行轮廓
...
N100 TANGOF(C)           ;关闭耦合
...
N200 M2
```

8.3.14 进给率F

功能

进给率F是**刀具轨迹速度**，它是所有参与坐标轴的速度元素之矢量和的绝对值。坐标轴速度是刀具轨迹速度在坐标轴上的分量。

进给率F在G1、G2、G3、CIP、CT插补方式中生效，并且一直有效，直到被一个新的F指令取代为止。

编程

F...

说明:
在**取整数值**方式下可以取消小数点后面的数据，如F300

进给率的单位，带G94和G95

F指令的单位由G功能确定:

- G94　直线进给率**F毫米/分钟**
- G95　旋转进给率**F毫米/转**
  （只有主轴旋转才有意义！）

说明:
这些数值以公制尺寸给出。根据章节“公制和英制尺寸”中的说明，这里也可以采用英制。

编程示例

```
N10 G94 F310        ;进给率毫米/分钟
...
N110 S200 M3        ;主轴旋转
N120 G95 F15.5      ;进给率毫米/转
```

说明：G94和G95更换时要求写入一个新的指令！

8.3.15 圆弧进给率修调: CFTCP、CFC

功能

如果**刀具半径补偿**（G41/G42，参见章节8.6.4）和**圆弧编程**已经使能，则若使**编程的进给F**在圆弧轮廓处生效，就必须对刀具中心点处的进给率进行修调。
如果该修调功能已经激活，则会自动考虑圆弧的内外加工，以及当前的刀具半径。
对于直线轮廓的加工则无需进行进给率修调。此时，刀具中心的轨迹速度与所编程轮廓处的轨迹速度相同。

如果要求所编程的进给率在刀具中心有效，则必须关闭进给率修调。使用模态有效的指令CFTCP/CFC（G功能）关闭该功能。

编程

CFTCP ;关闭进给率修调（编程的进给率在刀具中心有效）
CFC ;开启圆弧进给率修调

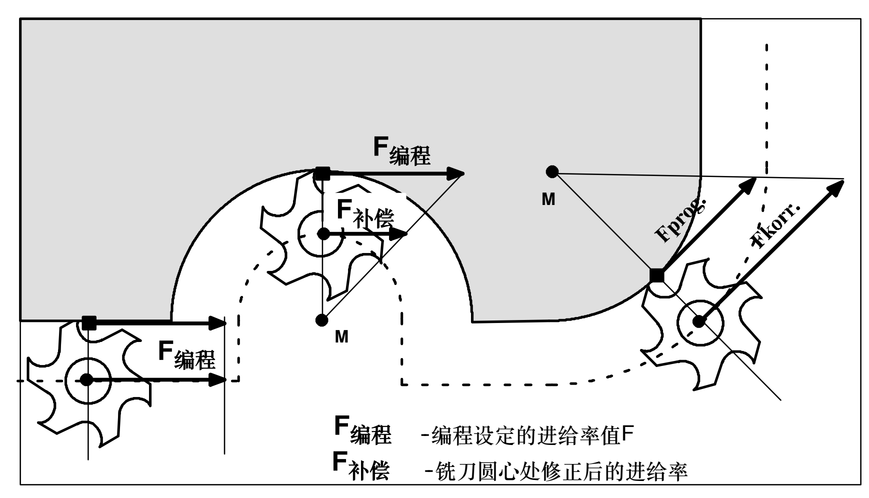


图8-31 用于内部/外部加工的进给率修调G901

修调的进给率

- 外圆加工: $F_{korr.} = F_{prog.} (r_{kont} + r_{wz}) / r_{kont}$
- 内圆加工: $F_{korr.} = F_{prog.} (r_{kont} - r_{wz}) / r_{kont}$

r_{kont}: 圆弧轮廓半径
r_{wz}: 刀具半径

编程示例

```
N10 G42 ...                    ;开启刀具半径补偿
N20 CFC ...                    ;开启圆弧进给率修调
N30 G2 X... Y... I... J... F350 ;进给值在轮廓处有效
N40 G3 X... Y... I... J...     ;进给值在轮廓处有效
...
N70 CFTCP                      ;关闭进给率修调，编程的进给率在刀具中心
                               有效
```

8.3.16 准停/连续路径方式：G9、G60、G64

功能

针对程序段转换时不同的性能要求，802D提供一组G功能用于进行最佳匹配的选择。比如，有时要求坐标轴快速定位；有时要求按轮廓编程对几个程序段进行连续路径加工。

编程

```
G60      ;准停--模态有效
G64      ;连续路径方式

G9       ;准停--程序段有效

G601     ;精准停窗口
G602     ;粗准停窗口
```

准停G60，G9

G60或G9功能生效时，当到达定位精度后，移动轴的进给速度减小到零。

如果一个程序段的轴位移结束并开始执行下一个程序段，则可以设定下一个模态有效的G功能：

- G601 ;精准停窗口
  所有轴都达到“精准停窗口”（机床数据中设定值）后，开始进行程序段串联。
- G602 ;粗准停窗口
  所有轴都达到“粗准停窗口”（机床数据中设定值）后，开始进行程序段串联。

在执行多次定位过程时，“准停窗口”如何选择将对加工运行总时间影响很大。精确调整需要较多时间。

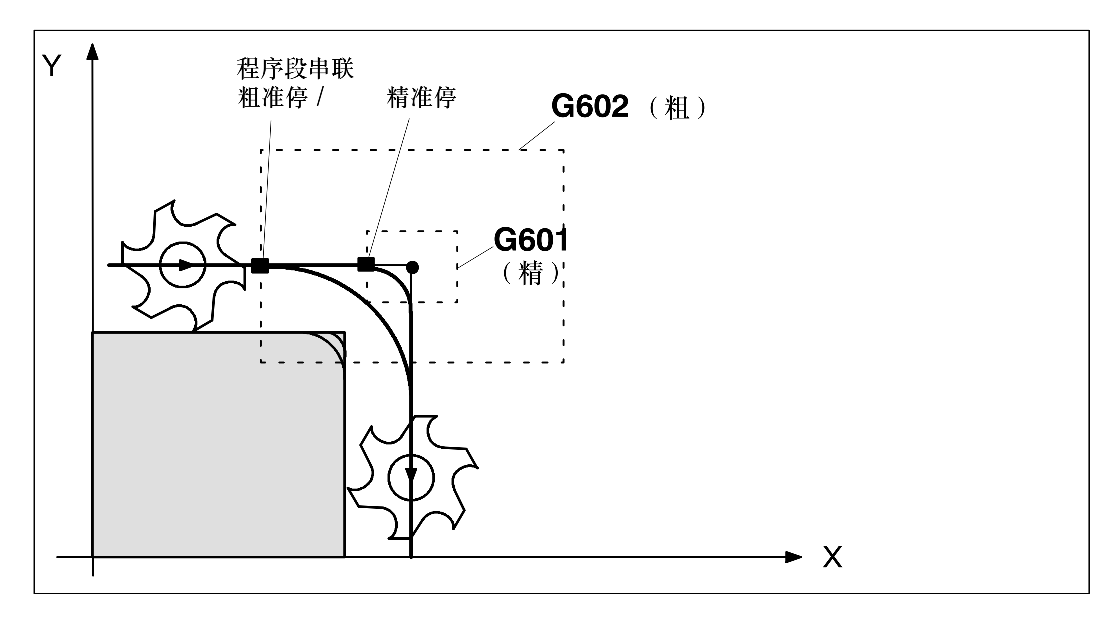


图8-32 G60/G9生效时粗准停窗口和精准停窗口说明

编程示例

```
N5 G602                ;粗准停窗口
N10 G0 G60  X...       ;准停，模态方式
N20 X... Y...          ;G60继续有效
...
N50 G1 G601 ...        ;精准停窗口
N80 G64 X...           ;转换到连续路径方式
...
N100 G0 G9 X...        ;准停仅对该程序段有效
N111 ...               ;仍为连续路径方式
```

说明：指令G9仅对包含G9的准停程序段有效，而G60准停一直有效，直到被G64取代为止。

连续路径方式G64

连续路径方式的目的就是在一个程序段到下一个程序段转换过程中避免进给停顿，并使其尽可能以**相同的轨迹速度**（切线过渡）转换**到下一个程序段**。并以**可预见的速度**过渡执行下一个程序段的功能（预见功能）。

在有拐角的轨迹过渡时（非切线过渡）有时必须降低速度，从而保证程序段转换时不发生速度的突然变化。这有可能产生一个较大的冲击（加速度变化）。或者加速度的改变受到限制（如果SOFT有效）。

编程示例

```
N10 G64 G1 X... F...        ;连续路径加工
N20  Y..                    ;继续
...
N180 G60 ...                ;转换到准停
```

预定速度控制（预读功能）

在使用G64的连续路径运行中，控制系统自动事先计算出多个NC程序段的速度控制。在接近切线过渡的情况下，可以连续几个程序段进行加速或减速。若加工路径由几个较短的位移组成，则使用预览功能可以达到更高的速度。

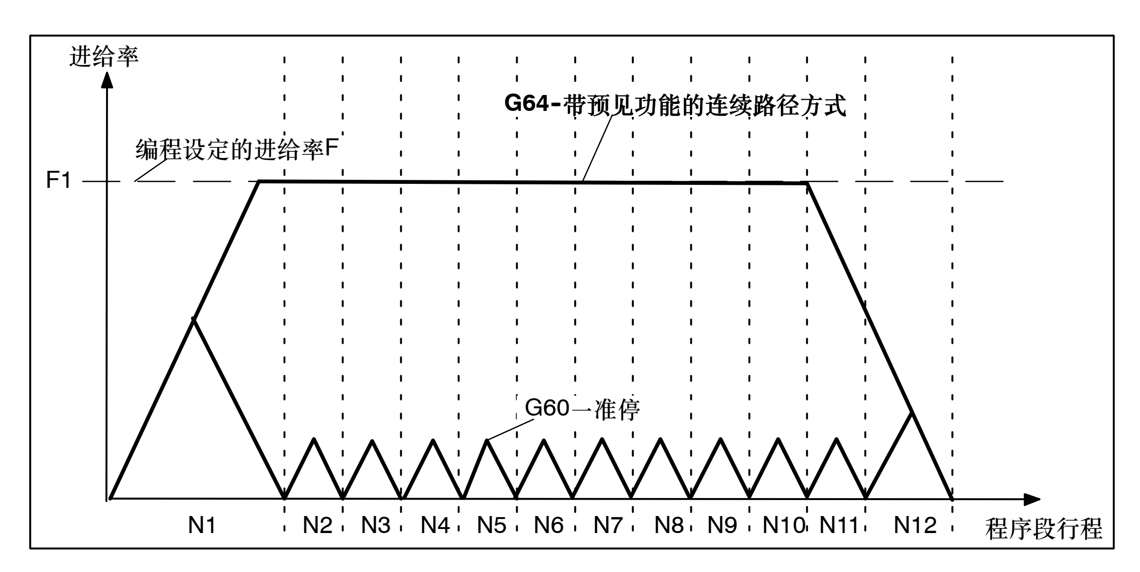


图8-33 G60和G64速度性能比较（短行程程序段）

8.3.17 加速度性能：BRISK、SOFT

BRISK

机床坐标轴按最大加速度的轨迹运行，直至达到所要求的进给率。提供时间最优化的加工过程。从而可以在很短时间之内就可以达到设定速度。但必须注意到在加速过程中会出现一些跳动。

SOFT

机床坐标轴按非线性的连续特征曲线加速，直至达到最终速度。SOFT加速性能避免了加速度的突变。从而使产生的轨迹精度更高，并减轻对机床的负担。在制动时也是一样。

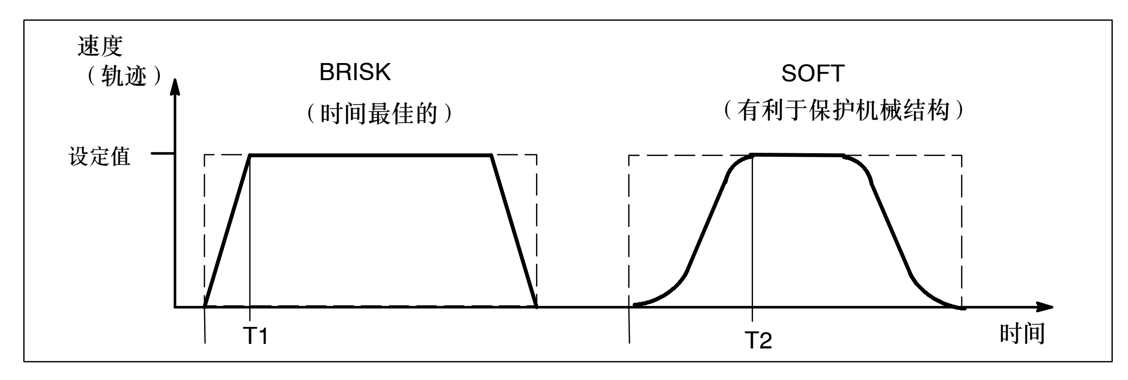


图8-34 BRISK/SOFT加速特性时的轨迹速度图形

编程

```
BRISK        ;有跳动的轨迹加速度
SOFT         ;跳动受到限制的轨迹加速度
```

编程示例

```
N10 SOFT G1 X30 Z84 F650   ;跳动受到限制的轨迹加速度
...
N90 BRISK  X87 Z104        ;以有跳动的轨迹加速度继续
...
```

8.3.18 加速度补偿值的百分数：ACC

功能

在某些程序段，有时必须对机床数据中设定的进给轴或主轴的加速度进行修改。这种可编程的加速度就是一种比例加速度补偿。

对于每个进给轴（比如X轴）或主轴（S）可以编程一个0≤0≤200%的比例值的比例值。在这种情况下，轴就以这种比例加速度进行插补在这种情况下，轴就以这种比例加速度进行插补。基准值（1基准值（100%）为用于加速度的有效机床数据值（取决于进给轴或主轴，若是主轴则还与传动级和定位方式或速度方式相关）%）为用于加速度的有效机床数据值（取决于进给轴或主轴，若是主轴则还与传动级和定位方式或速度方式相关）。

编程

ACC[*轴名称*] =百分值　　;用于进给轴
ACC[S]= 百分值　　;用于主轴

编程示例

```
N10 ACC[X]=80        ;X轴为80%的加速度值
N20 ACC[S]=50        ;主轴为50%的加速度值
...
N100 ACC[X]=100      ;取消X轴的加速度补偿
```

生效方式

极限值的限制适用于自动方式和MDA方式下各种插补方式。但对JOG方式和回参考点方式不适用。

ACC[···]=100时取消加速度的补偿；用复位方式及程序结束也同样取消加速度的补偿。

在空运行时编程的补偿也一样有效。

小心

只有当驱动具有相应的驱动能力时编程值大于100%才可以执行。否则会导致机械损坏或者发出报警。

8.3.19 带预控制功能运行：FFWON、FFWOF

功能

通过预控制功能可以把轨迹运行时速度相关的滞后量减少为零。
利用预控制功能，可以使轨迹运行精度更精确，从而使加工结果更令人满意。

编程

```
FFWON                ;预控制功能接通
FFWOF                ;预控制功能关闭
```

编程示例

```
N10 FFWON            ;预控制功能接通
N20 G1 X... Y... Z... F900
...
N80 FFWOF            ;预控制功能关闭
```

8.3.20 通过压缩程序改善表面质量：COMPCAD

功能

该功能作为选项仅适用于软件版本SINUMERIK 802D sl pro。

CAD/CAM-系统通常提供符合所设定的精度的
线性程序段。这会在轮廓较复杂的情况下产生大量数据，并可能导致缩短轨迹段。较短的轨迹段将限制加工速度。压缩程序可以将多条较短的轨迹程序段合并成一个轨迹段。这样便压缩了所要处理的程序段数量。同时，在内部将G1-直线插补转换为多项式内插法。

利用G-代码COMPCAD，可以选择一种压缩方式，可针对表面质量和速度进行优化，同时可通过机床数据确定内插法的精度。
COMPCAD需要较多的计算时间和存储空间。只有当无法预先采取CAD/CAM-程序的表面改善措施时，才可采用COMPCAD。

特性:

- COMPCAD生成连续加速、相互交叉的多项式程序段。
- 在相邻的轨迹中，其偏差方向相同。
- 利用设定数据$SC_CRIT_SPLINE_ANGLE，可以确定一个临界角。从这一角度起，COMPCAD允许角点。
- COMPCAD将消除有缺陷的平面过渡。这时将继续保持公差，但是角点临界角将不予考虑。

编程

```
COMPCAD                ;表面优化压缩程序开启
COMPOF                 ;压缩程序关闭
```

编程示例

```
N10 G0 X30 Y6 Z40
N20 G1 F10000
N30 SOFT
COMPCAD                ;表面优化压缩程序开启
STOPFIFO
N24050 Z32.499
N24051 X41.365 Z32.500
N24052 X43.115 Z32.497
N24053 X43.365 Z32.477
N24054 X43.556 Z32.449
N24055 X43.818 Z32.387
N24056 X44.076 Z32.300
...
COMPOF                 : 压缩程序关闭
N990 G0 Z50
N1000 M2
```

说明

压缩程序将处理有X、Y和Z轴运动的程序段。M-指令、主轴转速改变等的输出将中断压缩程序。

在开机调试时，可通过一系列的机床数据设计该功能（参见“操作说明802D sl”）。

8.3.21　第4轴

功能

取决于机床的结构设计，有时必须要有一个第4轴，比如用于回转工作台，旋转工作台。该轴可以设计成直线轴，也可以设计成回转轴。这些轴的名称必须要相应地设计，比如：U或C或A等等。若为回转轴，则设计的运行范围在0···<360度之间（取模特性）。

如果机床做相应的设计，则第4轴可以作为线性轴与原先的进给轴（剩余轴）一起运行。如果该轴在一个带有G1或G2/G3的程序段中与其他轴（X、Y、Z）一同运行，它便不会接收进给率的任何分量。其速度根据X、Y、Z轴的轨迹时间确定。其“直线”运动和其他轨迹轴一起开始和结束。但是，该速度值不能大于所规定的极限值。

如果在一个程序段中仅对该第4轴进行了编程，该轴便会在G1中以活动的进给率运行。如果这是一条回转轴，则F在G94中的计量单位为度/分钟，在G95中为度/转。

对于该轴同样可以设定（G54 ... G59）和编程（TRANS，ATRANS）偏移。

编程示例

假设第4轴为一个旋转轴，名称为A：

```
N5 G94                          ;F单位为毫米/分钟或者度/分钟
N10 G0 X10 Y20 Z30 A45          ;快速移动X、Y、Z轴，A同时运动
N20 G1 X12 Y21 Z33 A60 F400     ;以400毫米/分钟运行X、Y、Z轴，A同时运动
N30 G1 A90 F3000                ;仅轴A以进给率3000度/分钟的速度
                                 运行到90度位置
```

回转轴中使用的特殊指令：DC、ACP、ACN

比如在回转轴A：

```
A=DC(...)       ;绝对数据输入，直接回到位置（使用最短距离）
A=ACP(...)      ;绝对数据输入，在正方向逼近位置
A=ACN(...)      ;绝对数据输入，在负方向逼近位置
```

举例：

```
N10 A=ACP(55.7) ;在正方向逼近位置55.7度
```

8.3.22 停留时间：G4

功能

通过在两个程序段之间插入一个G4程序段，可以使加工中断给定的时间，比如退刀槽切削。G4程序段（含地址F或S）只对单独程序段有效，并暂停所给定的时间。在此之前程编的进给率F和主轴转速S保持存储状态。

编程

```
G4 F...              ;停留时间（秒）
G4 S...              ;停留时间主轴转数
```

编程示例

```
N5 G1 F200 Z-50 S300 M3    ;进给率，主轴速度S
N10 G4 F2.5          ;停留时间2.5秒
N20 Z70
N30 G4 S30           ;主轴暂停30转，相当于在S=300转/分钟和转速修调100%时停留时间
                     t=0.1分钟
N40 X...             ;进给率和主轴转速继续有效
```

注释:

G4 S..G4 S…只有在受控主轴情况下才有效（当转速给定值同样通过S…编程时）。

8.3.23 运行到固定挡块

功能

这些功能适用于软件版本802D sl plus和802D sl pro。

使用此功能“运行到固定挡块”（FXS = 固定点停止），可以获得夹紧工件所需的作用力，如套筒和夹具所需的作用力。而且，此功能还可以用于回机械参考点。随着扭矩尽可能地减少，无需使用探头就可以进行简单的测量。

编程

```
FXS[轴]=1            ;选择移动到固定点停止
FXS[轴]=0            ;取消移动到固定点停止
FXST[轴]=...         ;夹紧扭矩，定义值是驱动器最大扭矩值的百分比
FXSW[轴]=...         ;监控移动到固定点停止的窗口宽度，单位是毫米/度。
```

说明：定义坐标轴名称时优先使用**加工轴名称**，如：X1。如果没有旋转动作且该轴直接分配给加工轴，则允许使用通道轴名称（如：X）。

这些命令是模态有效的。剩余行程和功能FXS[轴]=1的选择**必须编程在单独的程序段**中。

编程举例－选择

```
N10 G1 G94 ...
N100 X250 Z100 F100 FXS[Z1]=1 FXST[Z1]=12.3 FXSW[Z1]=2
                   ;用于机床轴Z1选择了FXS功能，
                   ;夹紧扭矩是12.3%，
                   ;监控窗口的宽度是2毫米
```

说明

- 选择该功能时，确保固定挡块位于起始位置和目标位置之间。
- 扭距（FXST[ ]）和窗口宽度（FXSW[ ]）可以选择定义。如果没有定义它们，将使用现有的设定数据（SD）的值。如果已定义，则使用定义的值。首先，载入的设定数据的值来自于机床数据。FXST[ ]=···或FXSW[ ]=···可以在程序中随时更改。这些更改在程序中编程的进给运动前生效。

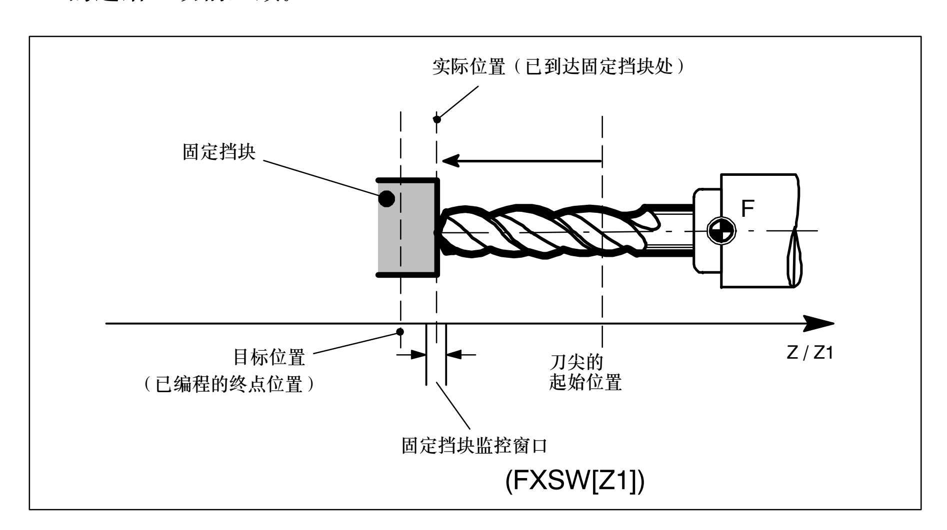


图8-35　　移动到固定点停止举例：刀具在Z-轴向挡块运行

其它编程举例

```
N10 G1 G94 ...
N20 X250 Z100 F100 FXS[X1]=1            ;加工轴X1选择了FXS，夹紧扭距和窗口
                                         宽度采用设定数据中的值

N20 X250 Z100 F100 FXS[X1]=1 FXST[X1]=12.3
                                        ;加工轴X1选择了FXS，夹紧扭距为
                                         12.3%，窗口宽度使用设定数据值

N20 X250 Z100 F100 FXS[X1]=1 FXST[X1]=12.3 FXSW[X1]=2
                                        ;加工轴X1选择了FXS，
                                         夹紧扭距为12.3%，窗口宽度为2毫米

窗口宽度为2毫米N20 X250 Z100 F100 FXS[X1]=1 FXSW[X1]=2
                                        ;加工轴X1选择了FXS，夹紧
                                         扭距使用设定数据值，窗口宽度为2毫米
```

到达固定挡块处

到达固定挡块后，

- 删除剩余行程，修改位置设定值，
- 驱动扭矩增加至编程的极限值FXST[ ]=… 或编程的设定数据值，然后保持恒量
- 在窗口宽度范围内的固定挡块监控生效
  （FXSW[ ]=…或SD中的设定值）。

取消功能

取消该功能会导致预处理停止。具有FXS[X1]=0的程序段必须包含进给运动。

举例:

```
N200 G1 G94 X200 Y400 F200 FXS[X1] = 0  ;轴X1由固定挡块退回到X=200毫米位置。
```

注意

到返回位置的进给动作必须远离固定挡块；否则，会损坏固定挡块或机床。

到达返回位置后更改程序段。如果未定义返回位置，则在扭矩极限值禁止后立即进行程序段更改。

其它说明

- 不能在同一个程序段中同时编程“测量时删除剩余行程”（MEAS指令）和“运行到固定挡块”。
- 在“运行到固定挡块”过程中不执行轴相关轮廓监控。
- 如果扭矩限值下降的过多，轴将不能跟随指定的设定点；然后位置控制器到达限值，并且轮廓偏差增加。此时，由于扭矩极限值的增加，会产生猛烈运动。这可确保轴轴仍然按照设定值定义。因此，要进行检查，以让轮廓偏差不会大于使用不受限制的扭距情况下的偏差。
- 提供了一些机床数据用来定义新的扭矩极限值增加斜坡，以防意外地设定扭矩极限值（如压迫套筒）。

该状态系统变量: $AA_FXS[*轴*]

此系统变量表达了指定轴的“运行到固定挡块”的状态:

值= 0: 轴未到达停止点
1: 成功返回停止点（轴位于固定挡块监控窗口）
2: 未成功返回固定停止点（轴不在停止点）
3: 激活了运行到固定挡块
4: 停止被识别
5: 将取消运行到固定挡块。取消动作还未完成。

零件程序中系统变量的问号触发了一个预处理停止。

对于SINUMERIK 802D sl，只要求功能选择/取消前处于静止状态。

报警抑制

通过机床数据，可以抑制以下报警的输出:

- 20091“未到达固定挡块”
- 20094“固定挡块破坏”

参考文献: “功能说明”，章节“运行到固定挡块”。

8.4 主轴运动

8.4.1 主轴转速S，旋转方向

功能

当机床具有受控主轴时，主轴的转速可以编程在地址S下，单位转/分钟。
旋转方向和主轴运动起始点和终点通过M指令规定（参见章节8.7“辅助功能M”）。

```
M3        ;主轴正转
M4        ;主轴反转
M5        ;主轴停止
```

说明：在S值取整情况下可以去除小数点后面的数据，比如S270。

说明

如果在程序段中不仅有M3或M4指令，而且还写有**坐标轴运动**指令，则M指令在坐标轴运动之**前**生效。
缺省设定：当主轴运动之后（M3、M4），坐标轴才开始运动。同样M5也在坐标轴运行之前给出。但无需等待主轴停止。坐标轴在主轴停止之前就开始运动。
可以通过程序结束或复位停止主轴。
程序开始时主轴转速零（S0）有效。
说明：其它的设定可以通过机床数据进行。

编程示例

```
N10 G1 X70 Z20 F300 S270 M3    ;在X、Z轴运行之前，主轴
                                以270转/分启动，方向顺时针
...
N80 S450 ...                   ;改变转速
...
N170 G0 Z180 M5                ;Z轴运行，主轴停止
```

8.4.2 主轴转速极限：G25、G26

功能

通过在程序中写入G25或G26指令和地址S下的转速，可以限制特定情况下主轴的极限值范围。与此同时原来设定数据中的数据被覆盖。
G25或G26指令均要求一独立的程序段。原先编程的转速S保持存储状态。

编程

```
G25 S...        ;主轴转速下限
G26 S...        ;主轴转速上限
```

说明

主轴转速的最高极限值在机床数据中设定。通过面板操作可以激活用于其它极限情况的设定参数。

编程示例

```
N10 G25 S12               ;主轴转速下限：12转/分钟
N20 G26 S700              ;主轴转速上限：700转/分钟
```

提示

使用G25/G26，同时给出轴地址可以限制工作区域（参见章节“工作区域限制”）。

8.4.3 主轴定位：SPOS

功能

前提条件：主轴必须设计成可以进行位置控制运行。

利用功能SPOS可以把主轴定位到一个确定的**转角位置**。然后主轴通过位置控制保持在这一位置。

定位运行**速度**在机床数据中规定。

从主轴旋转状态（顺时针旋转/逆时针旋转）进行定位时定位运行方向保持不变。从静止状态进行定位时定位运行按最短位移进行。方向从起始点位置到终点位置。

例外的情况是：主轴首次运行，也就是说测量系统还没有进行同步。此种情况下定位运行方向在机床数据中规定。

用SPOS=ACP(…)、SPOS=ACN(…)、…设定的主轴其它运行指令同样适用于回转轴（参见章节“第4轴”）。

主轴定位运行可以与同一程序段中的坐标轴运行同时发生。当两种运动都结束以后，此程序段才结束。

编程

```
SPOS=...                 ;绝对位置：0…<360度
SPOS=ACP(...)            ;绝对尺寸说明，在正方向逼近位置
SPOS=ACN(...)            ;绝对尺寸说明，在正方向逼近位置
SPOS=IC(...)             ;增量尺寸说明，符号规定运行方向
SPOS=DC(...)             ;绝对尺寸说明，直接回到位置（使用最短行程）
```

编程示例

```
N10  SPOS=14.3               ;轴位置14.3度
...
N80 G0 X89 Z300 SPOS=25.6    ;主轴定位与坐标轴运行同时进行。所有运行
                             ;都结束以后，程序段才结束。
N81 X200 Z300                ;N80中主轴位置到达以后才开始执行N81
                             ;程序段。
```

8.4.4 传动级

功能

最多可为主轴配置5个传动级来调节速度/扭矩。传动级通过程序中的M指令来选择（参见章节8.7“辅助功能M”）：

- M40 ;自动传动级换档
- M41到M45 ;传动级1到5

8.5 轮廓定义编程辅助

8.5.1 倒圆，倒角

功能

在一个轮廓拐角处可以插入倒角或倒圆（指令CHF=···或者RND=···）。如果希望依次以相同方式对多个轮廓拐角进行倒角，便可通过“模态倒角”（RNDM）实现。
可以用FRC（非模态）或FRCM（模态）命令给倒角/倒圆编程进给率。若FRC/FRCM未编程，则使用标准进给率F。

编程

```
CHF=...      ;插入倒角，数值：倒角长度
CHR=...      ;插入倒角，数值：倒角边长
RND=...      ;插入倒圆，数值：倒圆半径
RNDM=...     ;模态倒圆：
              数值 >0：倒圆半径，模态倒圆开启
                      在随后的所有轮廓拐角中都将插入该倒圆。
              数值 =0：模态倒圆关闭

FRC=...      ;倒角/倒圆采用程序段方式进给，
              数值 >0：在G94中进给单位为毫米/分，或在G95中为毫米/转
FRCM=...     ;倒角/倒圆采用模态进给：
              数值 >0：进给率单位为毫米/分钟（G94）或毫米/转（G95），
                       倒角/倒圆模态进给开启
              数值 =0：倒角/倒圆模态进给关闭
                       倒角/倒圆时采用进给率F。
```

说明

在当前的平面G17到G19中执行倒角/倒圆功能。

各个指令CHF= ...或CHR=... 或RND=... 或RNDM=...在运行轴至拐角处的程序段中编写。

在参与的程序段中若轮廓长度不够时，则会自动地削减倒角和倒圆的编程值。
在下列情况下，不插入倒角/倒圆：

- 连续编程的程序段超过3段没有运行指令
- 如果更换平面。

用G0处理一个倒角时，F、FRC、FRCM不生效。

如果在倒角/倒圆时进给率F生效，则从拐角处出发的程序段中的值为标准值。可通过机床数据设计其它设置。

倒角CHF或CHR

直线轮廓之间、圆弧轮廓之间以及**直线轮廓和圆弧轮廓**之间切入一直线并倒去棱角。

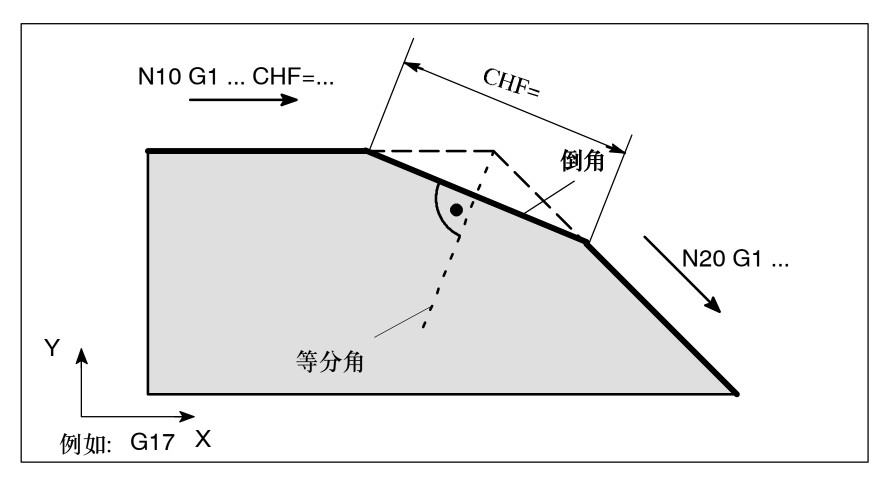


图8-36 两段直线之间用CHF插入倒角示例

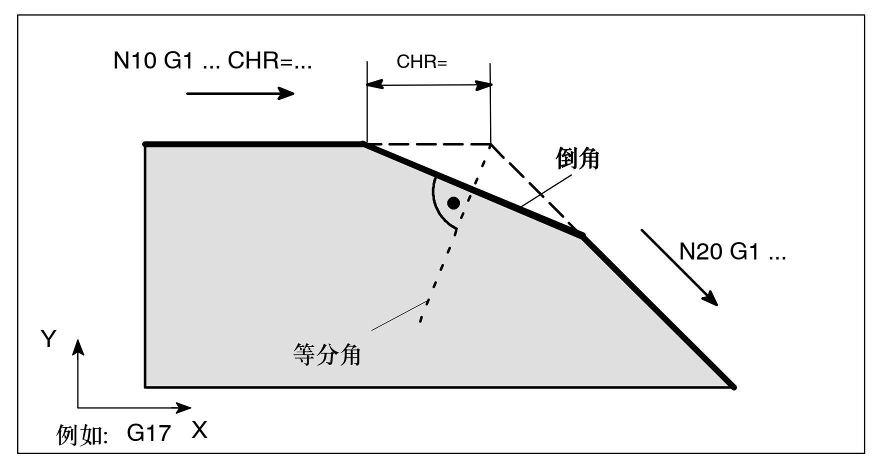


图8-37 两条直线之间用CHR插入倒角示例

倒角编程示例

```
N5 G17 G94 F300 ...
N10 G1 X... CHF=5              ;插入倒角长度为5毫米的倒角
N20 X... Y...
...
N100 G1 X... CHR=7             ;插入倒角长度为7毫米的倒角
N110 X... Y...
...
N200 G1 FRC=200 X... CHR=4     ;插入进给率FRC的倒角
N210 X... Y...
```

倒圆RND以及RNDM

直线轮廓之间、圆弧轮廓之间以及**直线轮廓和圆弧轮廓**之间切入一圆弧，圆弧与轮廓进行切线过渡。

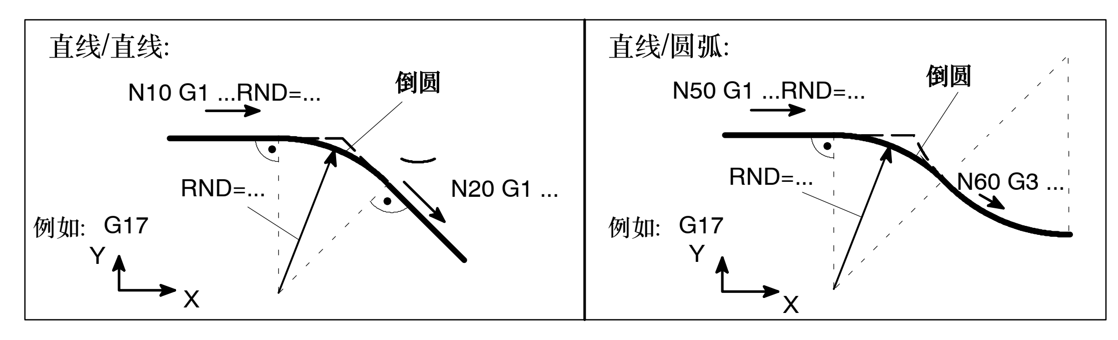


图8-38 倒圆举例

倒圆编程示例

```
N5 G17 G94 F300 ...
N10 G1 X... RND=8                 ;插入半径为8毫米的一个倒圆，进给率
N20 X... Y...
...
N50 G1 X... FRCM= 200 RNDM=7.3    ;模态倒圆，半径7.3毫米，
                                  ;特殊进给率FRCM（模态）
N60 G3 X... Y...                  ;继续插入该倒圆 -至N70
N70 G1 X... Y... RNDM=0           ;模态倒圆关闭
...
```

8.5.2 轮廓编程

功能

如果从图纸中无法看出轮廓终点坐标，则可以用角度ANG确定一条直线。在任何一个轮廓拐角都可以插入倒圆和倒角。在拐角程序段中写入相应的指令CHR=…或者RND=…。
可以在带**G0或G1**（直线轮廓）的程序段中使用轮廓编程。
理论上讲，你可以使任意多的直线程序段发生关联，并且在其之间插入倒圆或倒角。在这种情况下，每条直线必须通过点和或角度参数明确定义。

编程

ANG=... ;定义直线的角度参数
RND=... ;插入倒圆，值：倒圆半径
CHR=... ;插入倒角，值：倒角边长

说明

在当前的平面G17到G19中执行“轮廓定义编程”功能。在该功能有效时不可以改变平面。

如果在一个程序段中编程半径和倒角，则和编程序列无关，仅插入半径。

角度ANG

如果在平面中一条直线只给出一终点坐标，或者几个程序段确定的轮廓仅给出其最终终点坐标，则可以通过一个角度参数来明确地定义该直线。角度始终是相对于当前平面G17至G19的横坐标而言；例如在G17中是与X轴的夹角。角度以逆时针方向为正方向。

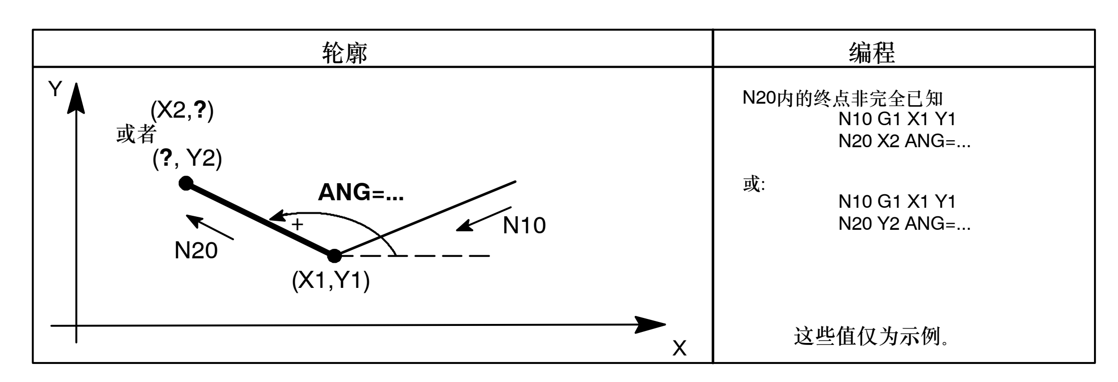
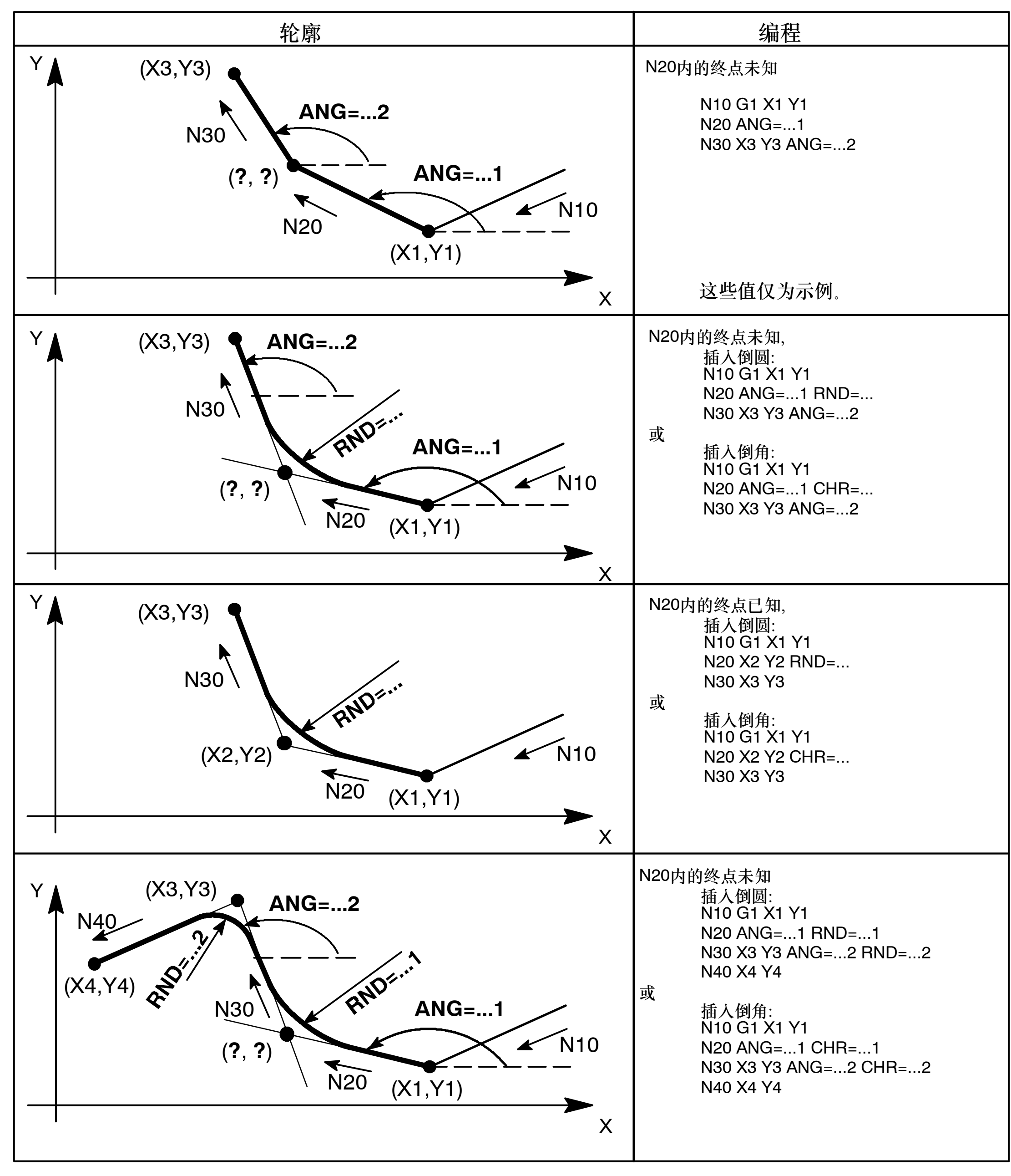


图8-39 在G17平面中定义直线的角度参数



轮廓	编程
	N20内的终点未知 N10 G1 X1 Y1 N20 ANG=...1 N30 X3 Y3 ANG=...2 这些值仅为示例。
	N20内的终点未知, 插入倒圆: N10 G1 X1 Y1 N20 ANG=...1 RND=... N30 X3 Y3 ANG=...2 或 插入倒角: N10 G1 X1 Y1 N20 ANG=...1 CHR=... N30 X3 Y3 ANG=...2
	N20内的终点已知, 插入倒圆: N10 G1 X1 Y1 N20 X2 Y2 RND=... N30 X3 Y3 或 插入倒角: N10 G1 X1 Y1 N20 X2 Y2 CHR=... N30 X3 Y3
	N20内的终点未知 插入倒圆: N10 G1 X1 Y1 N20 ANG=...1 RND=...1 N30 X3 Y3 ANG=...2 RND=...2 N40 X4 Y4 或 插入倒角: N10 G1 X1 Y1 N20 ANG=...1 CHR=...1 N30 X3 Y3 ANG=...2 CHR=...2 N40 X4 Y4

图8-40 G17平面中多程序段轮廓举例

8.6 刀具和刀具补偿

8.6.1 一般说明

功能

在对工件的加工进行编程时，你无需考虑刀具长度或切削半径。你可以直接根据图纸对工件尺寸进行编程。

刀具参数单独输入到一专门的数据区。
在程序中你只要调用所需的刀具号及其补偿参数，必要时启动刀具半径补偿。控制器利用这些数据执行所要求的轨迹补偿，从而加工出所要求的工件。从而加工出所要求的工件。

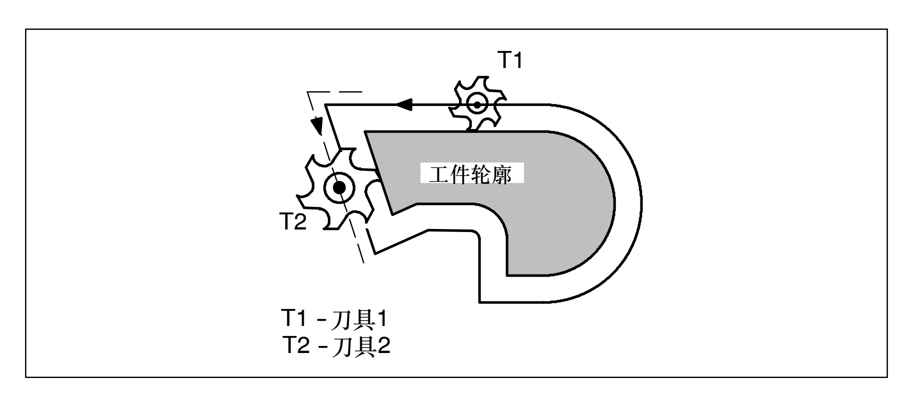


图8-41 用不同半径的刀具加工工件

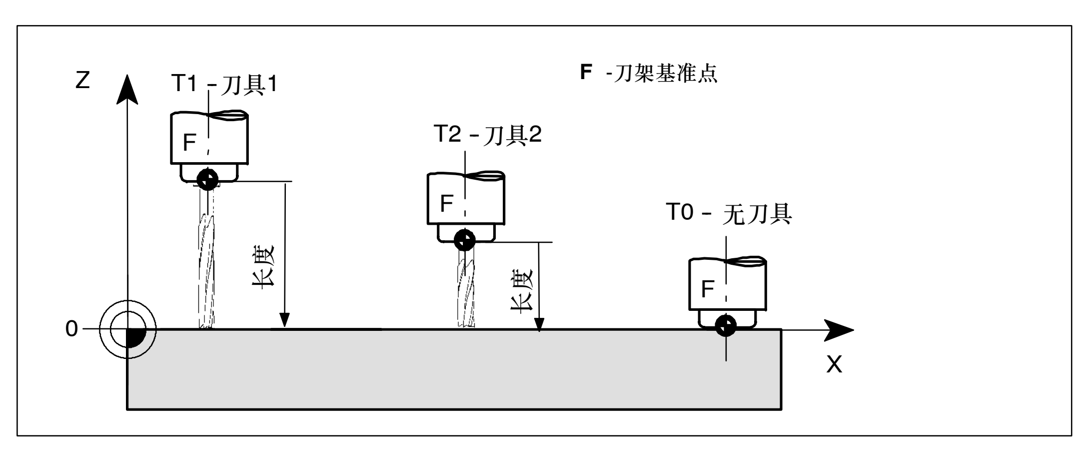


图8-42 返回工件位置Z0 – 不同的长度补偿

8.6.2 刀具T

功能

通过编程T字可以进行换刀。此时无论是有关**换刀**或者只是有关**预选**，都在机床数据中定义：

- 使用T字直接换刀（刀具调用）或者
- 仅用T指令预选刀具，另外还要用**M6**指令才可进行刀具的更换（参见章节8.7 “辅助功能M” ）。

注意:
如果已经激活一个刀具，则它一直保持有效，不管程序是否结束以及电源开/关。
如果要手动更换一个刀具，则必须把更换的刀具输入到控制系统，并且确定系统已经识别正确的刀具。比如可以在MDA运行方式下启动一个带新的T刀具号的程序段。

编程

T... ;刀具号：1…32000，T0－没有刀具

提示

控制系统中最多可同时存储的刀具数量：

- SINUMERIK 802D sl value: 32件刀具
- SINUMERIK 802D sl plus: 64件刀具
- SINUMERIK 802D sl pro: 128件刀具。

编程示例

```
不用M6更换刀具:
N10 T1          ;刀具1
...
N70 T588        ;刀具588

;用M6更换刀具:
N10 T14  ...    ;预选刀具14
...
N15 M6          ;执行刀具更换；然后T14有效
```

8.6.3 刀具补偿号D

功能

一个刀具可以匹配从1到9几个不同补偿的数据组（用于多个切削刃）。用D及其相应的序号可以编程一个专门的刀沿。
如果没有编写**D**指令，则**D1自动**生效。
如果编程**D0**，则刀具补偿值**无效**。

提示

控制系统中最多可以同时存储下列刀具补偿数据组。

- SINUMERIK 802D sl value: 32个数据组（D号码）
- SINUMERIK 802D sl plus: 64个数据组（D号码）
- SINUMERIK 802D sl pro: 128个数据组（D号码）

编程

```
D...            ;刀具补偿号: 1…9、
                D0: 没有补偿值有效！
```

T1	D1	D2	D3	●●●	D9
T2	D1				
T3	D1				
T6	D1	D2	D3		
T8	D1	D2			

每件刀具都有各自的修正程序段 - 最多为9个。

图8-43　　刀具中刀具补偿号匹配举例

说明

刀具调用后，**刀具长度补偿立即**生效；如果没有编程D号码，则D1值自动生效。
先编程的长度补偿先执行，对应的坐标轴也先运行。请注意当前有效的G17至G19！

刀具半径补偿必须额外由G41/G42激活。

编程示例

不用**M6**更换刀具（只用T）:

```
N5 G17              ;确定待补偿的轴
N10 T1              ;刀具1D1值生效
N11 G0 Z...         ;在G17平面中，Z是刀具长度补偿，长度补偿在此覆盖
N50 T4 D2           ;更换成刀具4，T4中D2值生效
...
N70 G0 Z... D1      ;刀具4中D1值生效，在此仅更换切削刃
```

用**M6**更换刀具:

```
N5 G17              ;确定待补偿的轴
N10 T1              ;预选刀具
...
N15 M6              ;更换刀具，T1中D1值生效
N16 G0 Z...         ;在G17平面中，Z是刀具长度补偿，长度补偿在
...
N20 G0 Z... D2      ;刀具1中D2值生效，D1－>D2长度补偿的差值在此覆盖
N50 T4              ;刀具预选T4，注意：T1中D2仍然有效！
...
N55 D3 M6           ;更换刀具，T4中D3值生效
...
```

补偿存储器内容

在补偿存储器中有如下内容:

- 几何尺寸：长度，半径
  几何尺寸由许多分量组成：基本尺寸和磨损尺寸。控制器处理这些分量，计算并得到最后尺寸（比如：总和长度，总和半径）。在激活补偿存储器时这些最终尺寸有效。
  由刀具类型指令和G17，G18和G19指令确定如何在坐标轴中计算出 这些尺寸值（参见下面图表）。
- 刀具类型
  由刀具类型可以确定：需要哪些几何参数以及怎样进行计算（钻头或铣刀）。

刀具的特殊情况

在刀具型号铣刀和钻头中，长度2和长度3的参数仅用于特殊情况（比如弯头结构的多尺寸长度补偿）。

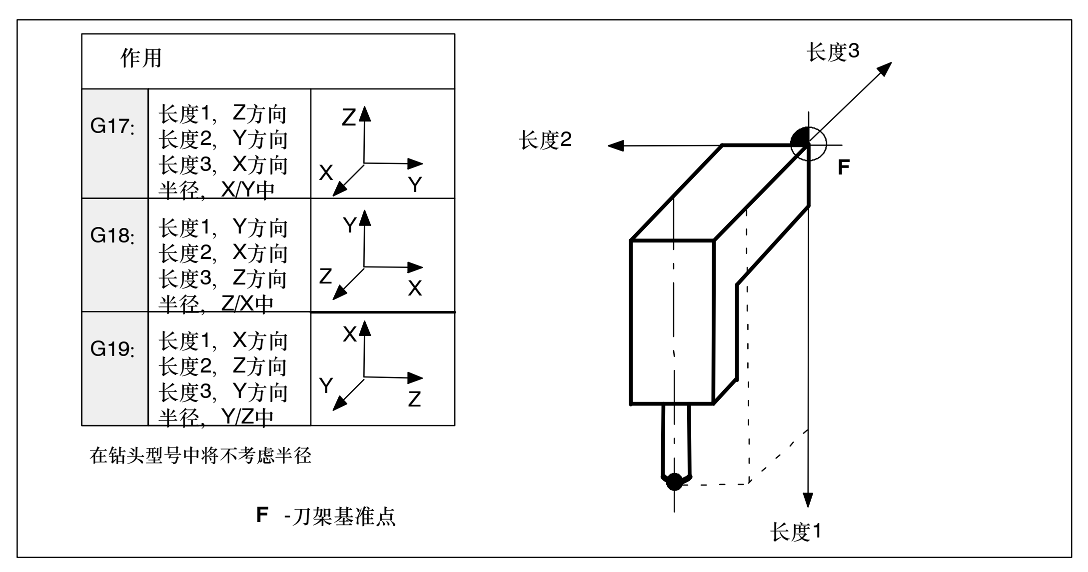


图8-44 3维刀具长度补偿有效性（特殊情况）

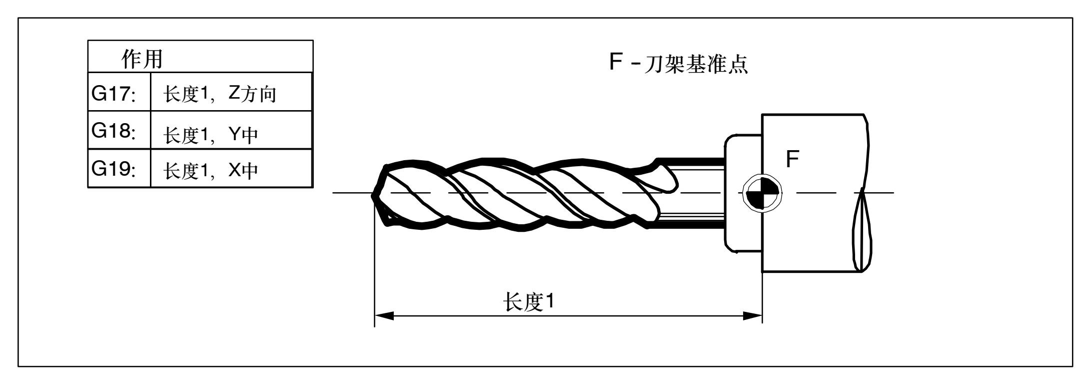


图8-45 钻头举例说明所要求的补偿有效性

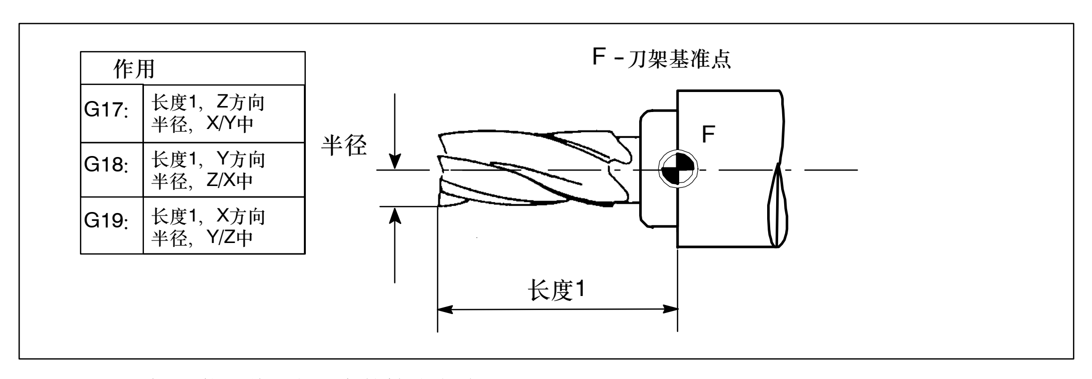


图8-46 铣刀举例说明所要求的补偿有效性

8.6.4 刀具半径补偿选择：G41、G42

功能

刀具在所选择的平面G17到G19平面中带刀具半径补偿工作。
刀具必须有相应的D号才能有效。刀尖半径补偿通过G41/G42生效。控制器自动计算出当前刀具运行所产生的、与编程轮廓等距离的刀具轨迹。

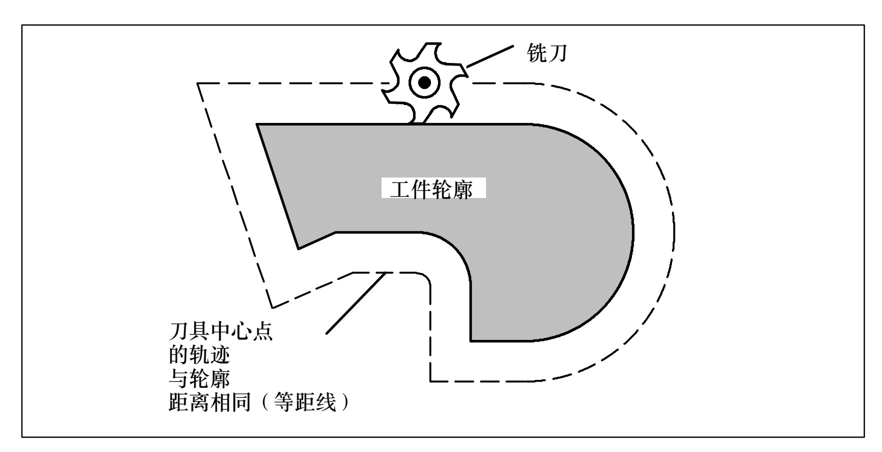


图8-47 刀具半径补偿

编程

G41 X... Y... ;在工件轮廓左边刀补有效
G42 X... Y... ;在工件轮廓右边刀补有效

说明：只有在线性插补时（G0、G1）才可以进行G41/G42的选择。
编程两个坐标轴（比如在G17：X, Y）。如果你只给出一个坐标轴的尺寸，则第二个坐标轴自动地以在此之前最后编程的尺寸赋值。

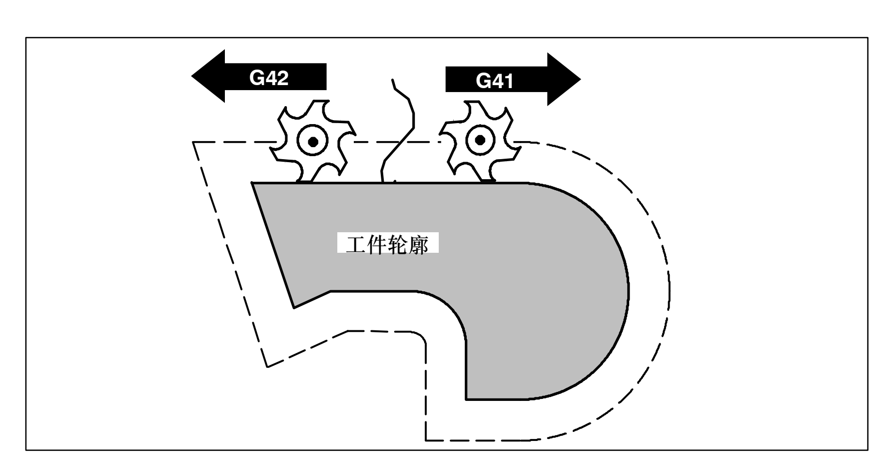


图8-48 工件轮廓左边/右边补偿

开始补偿

刀具以直线回轮廓，并在轮廓起始点处与轨迹切向垂直。
正确选择起始点，保证刀具运行不发生碰撞。

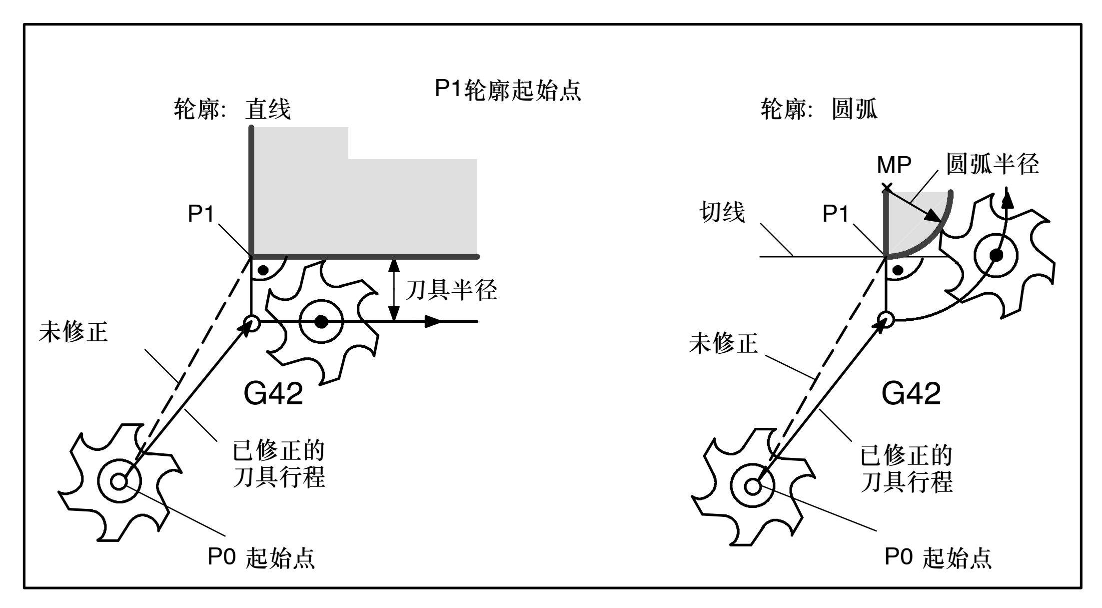


图8-49　　举例：G42，刀具半径补偿开始

说明

在通常情况下，在G41/G42程序段之后紧接着工件轮廓的第一个程序段。但轮廓描述可以由其中5个没有轮廓位移定义（比如只有M指令或进给动作）的程序段中断。

编程示例

```
N10 T...
N20 G17 D2 F300              ;补偿2号刀沿，进给率300毫米/分
N25 X... Y...                ;P0 起始点
N30 G1  G42 X... Y...        ;工件轮廓右边补偿，P1
N31 X... Y...                ;起始轮廓，圆弧或直线
```

在选择补偿方式之后也可以执行带进刀量的或M指令的程序段:

```
N20 G1 G41 X... Y...         ;选择工件轮廓左边补偿
N21 Z...                     ;进刀运动
N22 X... Y...                ;起始轮廓，圆弧或直线
```

8.6.5 拐角特性：G450、G451

功能

在G41/G42有效的情况下，一段轮廓到另一段轮廓以不连续的拐角过渡时可以通过G450和G451功能调节拐角特性。
控制器自动识别内角和外角。对于内角必须要回到轨迹等距线交点。

编程

G450	;圆弧过渡
G451	;交点

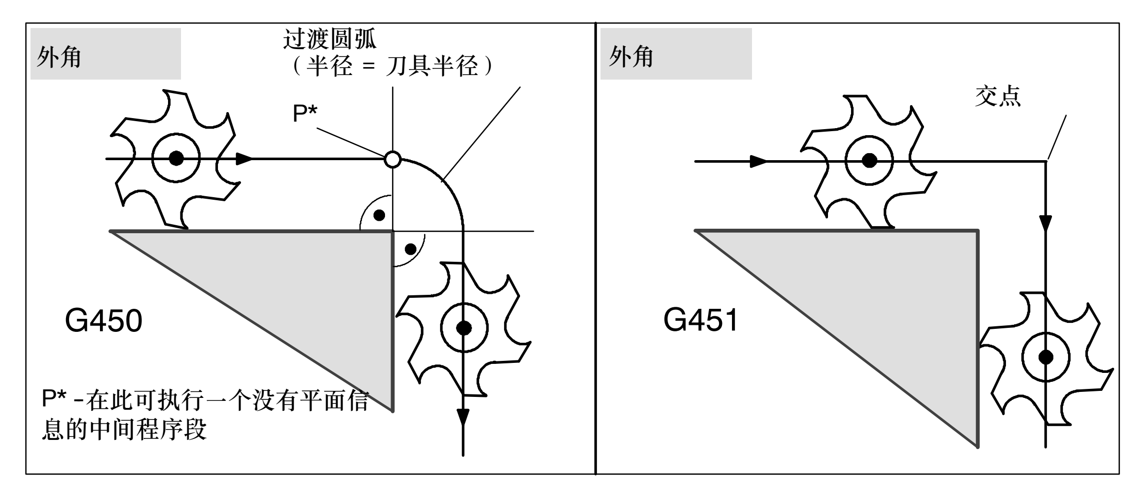


图8-50　外角的角度特性

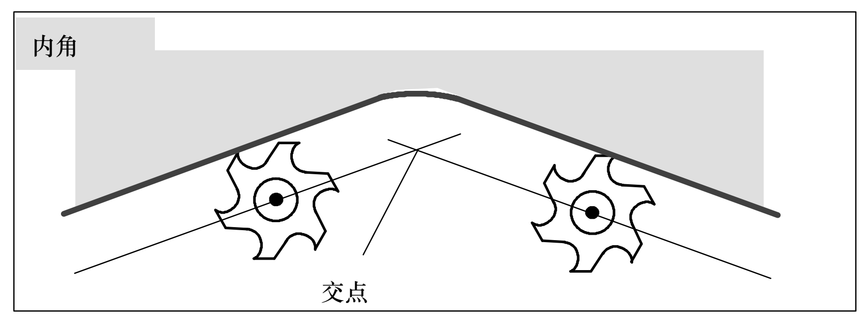


图8-51　内角的角度特性

圆弧过渡G450

刀具中心轨迹为一个圆弧，其起点为前一曲线的终点，终点为后一曲线的起点，半径等于刀具半径。
圆弧过渡在运行下一个、带运行指令的程序段时才有效；比如有关进给值。

交点G451

对于G451 – 返回刀具中心轨迹交点---以刀具半径为距离的等距线交点（圆弧或直线）。
在轮廓有尖角时可能会产生多余的空行程，其大小与刀具的半径相关。
当达到所设定的角度值（100°度）时，控制系统在此自动转换到过渡圆弧。

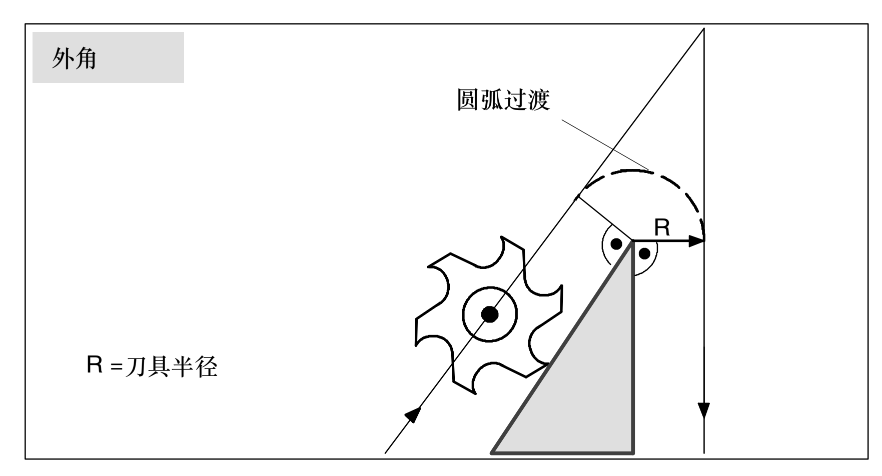


图8-52 尖角并转换到过渡圆弧

8.6.6 取消刀具半径补偿：G40

功能

用G40取消补偿运行(G41/G42)。此状态也是编程开始时所处的状态。

G40指令之前的程序段刀具以正常方式结束（结束时补偿矢量垂直于轨迹终点处切线）；与起始角无关
如果G40有效，则刀尖就是基准点。撤销选择时，刀尖到达编程终点。

在选择G40程序段编程终点时要始终确保运行不会发生碰撞。

编程

G40 X... Y... ;取消刀具半径补偿

说明：只有在线性插补（G0、G1）情况下才可以取消补偿运行。

编程两个坐标轴（比如在G17： X, Y）。如果你只给出一个坐标轴的尺寸，则第二个坐标轴自动地以在此之前最后编程的尺寸赋值。

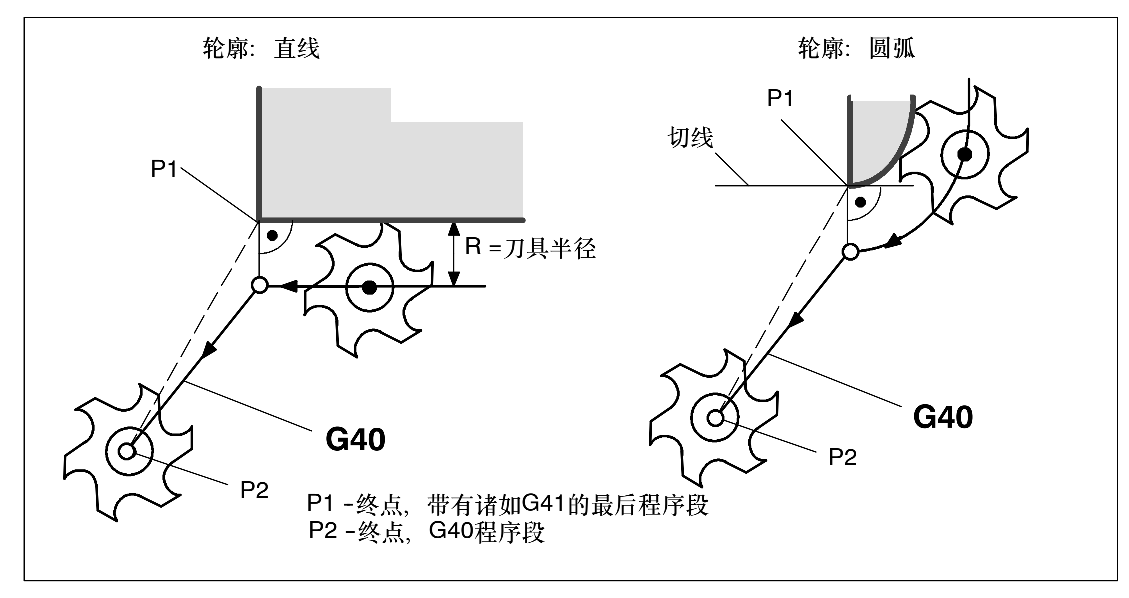


图8-53 结束刀具半径补偿

编程示例

```
...
N100 X... Y...              ;最后程序段轮廓，圆弧或直线，P1
N110 G40 G1 X... Y..        ;取消刀具半径补偿，P2
```

8.6.7 刀具半径补偿中的特殊情况

重复执行补偿

重复执行相同的补偿方式（例如： G41->G41） 时可以直接进行新的编程而无需在中间写入G40指令

新补偿调用之前的程序段在其轨迹终点处按补偿矢量的正常状态结束。然后开始新的补偿（性能与“更换补偿方向”一样）。

变换补偿号D

可以在补偿运行过程中变换补偿号D。补偿号变换后，在新补偿号程序段的段起始处新刀具半径就已经生效。但整个变化需等到程序段结束才能发生。这些修改值由整个程序段连续执行；在圆弧插补时也一样。

更换补偿方向

补偿方向指令G41和G42可以相互变换，无需在其中再写入G40指令。
原补偿方向的程序段在其轨迹终点处按补偿矢量的正常状态结束。然后在在新的补偿方向开始进行补偿（在起始点按正常位置）。

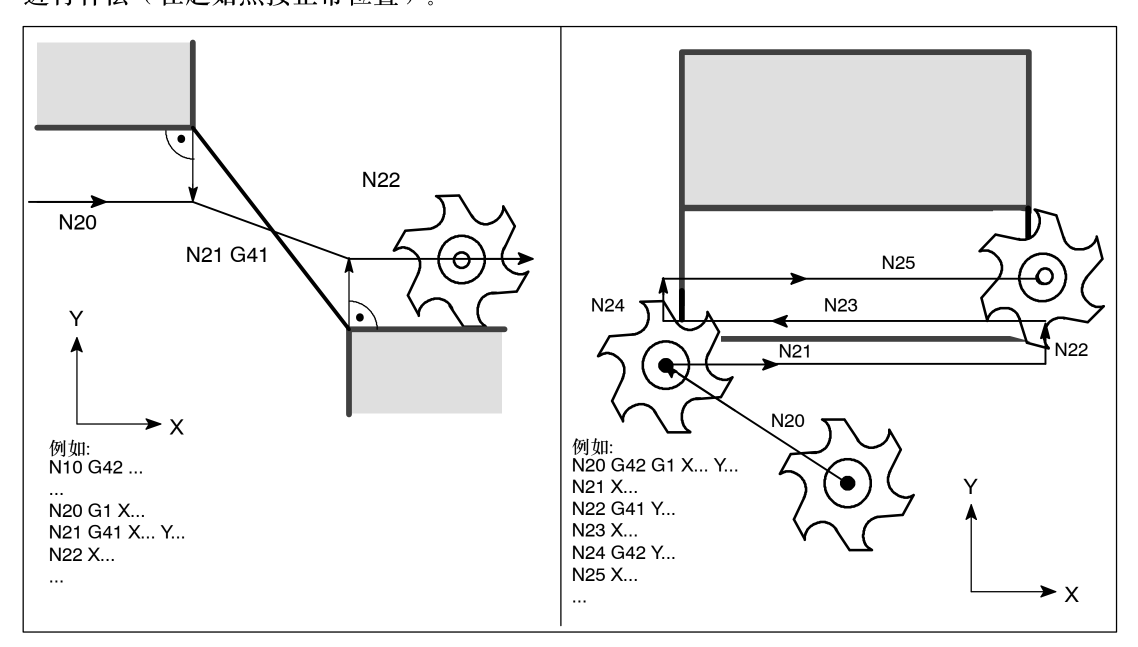


图8-54 更换补偿方向

通过M2中断补偿

如果通过M2（程序结束），而不是用G40指令结束补偿运行，则带平面（G17至G19）坐标的最后的程序段在补偿矢量的正常位置结束。不进行补偿移动。程序以此刀具位结束。

临界加工情况

在编程时特别要注意下列情况：内角过渡时轮廓位移小于刀具半径；在两个相连内角处轮廓位移小于刀具直径

避免出现这种情况!

检查多个程序段，使在轮廓中不要含有“瓶颈”。

在进行测试或空运行时，请选用可供选择的最大的刀具半径。

轮廓尖角

如果在指令G451有效时出现尖角（外角<=10），则控制系统会自动转换到圆弧过渡。由此可以避免出现较长的空行程（参见8-52）。

8.6.8 刀具半径补偿示例

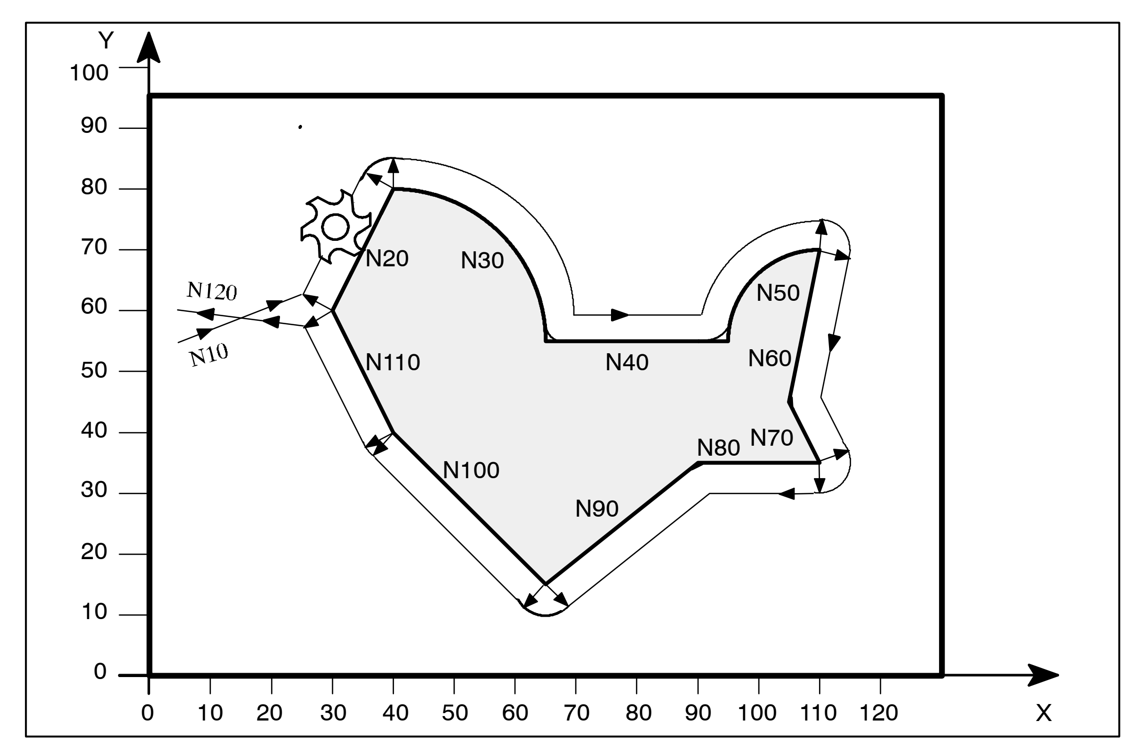


图8-55 刀具半径补偿举例

编程示例

```
N1 T1                        ;刀具1补偿号D1
N5 G0 G17 G90 X5 Y55 Z50     ;回起始点
N6 G1 Z0 F200 S80 M3
N10 G41 G450 X30 Y60 F400    ;轮廓左边补偿，过渡圆弧
N20 X40 Y80
N30 G2 X65 Y55 I0 J-25
N40 G1 X95
N50 G2 X110 Y70 I15 J0
N60 G1 X105 Y45
N70 X110 Y35
N80 X90
N90 X65 Y15
N100 X40 Y40
N110 X30 Y60
N120 G40 X5 Y60              ;退出补偿方式
N130 G0 Z50 M2
```

8.7 辅助功能 M

功能

利用辅助功能M可以设定一些开关操作，如“打开/关闭冷却液”等等。

除少数M功能被数控系统生产厂家固定地设定了某些功能之外。其余部分均可供机床生产厂家自由设定。

说明:
控制系统中所使用和预留的辅助功能M参见章节8.1.6“指令表”。

编程

M… ;在一个程序段中最多编程5个M功能

作用

M功能在坐标轴运动程序段中的作用情况:
如果**M0**、**M1**、**M2**功能位于一个有坐标轴运行指令的程序段中，则只有**在坐标轴运动之后这些功能才会有效。**

对于**M3**、**M4**、**M5**功能，则**在坐标轴运行之前**信号就传送到内部的接口控制器（PLC）中。只有当受控主轴按M3或M4启动之后，才开始坐标轴运动。在执行M5指令时并不等待主轴停止。坐标轴已经在主轴停止之前开始运动（标准设置）。

其它M功能信号与坐标轴运行信号一起输出到PLC上。

如果你有意在坐标轴运行之前或之后编程一个M功能，则你须插入一个独立的M功能程序段。
请注意: 此程序段会中断G64连续路径方式并产生准确停止状态！

编程示例

```
N10 S...
N20 X... M3                    ;M功能在有坐标轴运行的程序段中
                               主轴在X轴运行之前启动运行
N180 M78 M67 M10 M12 M37  ;程序段中最多有5个M功能
```

提示

除了M功能和H功能之外，T、D和S功能也可以传送到PLC（存储器可编程控制系统）。每个程序段中最多可以写入10个这样的功能指令。

8.8 H 功能

功能

用H功能可以把浮点数据由程序传送到PLC（数据类型为REAL，与计算参数相同，参见章节“计算参数R”）。
H功能数值的含义由机床制造商定义。

编程

```
H0=··· 到R9999=···                ;每个程序段最多编程3个H功能
```

编程示例

```
N10 H1=1.987 H2=978.123 H3=4  ;程序段中有3个H功能
N20 G0 X71.3 H99=-8978.234    ;程序段中有轴运动指令
N30 H5                        ;对应： H0=5.0
```

提示

除了M功能和H功能之外，T、D和S功能也可以传送到PLC（存储器可编程控制系统）。每个程序段中最多可以写入10个这样的功能指令。

8.9 计算参数 R，LUD和 PLC变量

8.9.1 计算参数R

功能

要使一个NC程序不仅仅适用于特定数值下的一次加工，或者必须要计算出数值，这两种情况均可以使用计算参数。你可以在程序运行时由控制器计算或设定所需要的数值;
也可以通过操作面板设定参数数值。如果参数已经赋值，则它们可以在程序中对由变量确定的地址进行赋值。

编程

R0=... 到R299=...	;为计算参数赋值
R[R0]=...	;间接编程：为编号在R0内的计算参数R, 赋值
X=R0	;给计算参数规定NC地址，例如X轴

赋值

可以在以下数值范围内给计算参数赋值:

±(0.000 0001 ... 9999 9999)
（8个小数位，带符号和小数点）。

在取整数值时可以去除小数点。正号可以一直省去。

举例:
R0=3.5678 R1=-37.3 R2=2 R3=-7 R4=-45678.123

用**指数表示法**可以赋值更大的数值范围:

± (10^{-300} ... 10^{+300})。

指数值写在**EX**字符之后;最大字符数：10（包括符号和小数点）。
EX值域：-300到+300

举例:

R0=-0.1EX-5	;意义：R0=-0.000 001
R1=1.874EX8	;意义：R1=187 400 000

说明：一个程序段中可以有多个赋值语句;也可以用计算表达式赋值。

给其它的地址赋值

通过给其它的NC地址分配计算参数或参数表达式，可以增加NC程序的通用性。可以用数值、算术表达式或计算参数对任意NC地址赋值。**但对地址N、G和L例外**。

赋值时在地址符之后写入符号“=”。赋值语句也可以赋值一负号。

给坐标轴地址（运行指令）赋值时，要求有一独立的程序段。

举例:

```
N10 G0 X=R2              ;给X轴赋值
```

运算操作/计算功能

在计算参数时也遵循通常的数学运算规则。圆括号内的运算优先进行。另外，乘法和除法运算优先于加法和减法运算。
角度计算单位为度。
允许的算术运算：参见章节“指令表”

编程示例：用R参数计算

```
N10 R1= R1+1                 ;由原来的R1加上1后得到新的R1
N20 R1=R2+R3    R4=R5-R6    R7=R8* R9    R10=R11/R12
N30 R13=SIN(25.3)            ;R13等于正弦25.3度
N40 R14=R1*R2+R3             ;乘法和除法运算优先于加法和减法运算R14=(R1*R2)+R3
N50 R14=R3+R2*R1             ;结果与程序段N40一样
N60 R15=SQRT(R1*R1+R2*R2)    ;意义: R15 = √(R1² + R2²)
N70 R1= -R1                  ;新的R1为旧的R1的负数
```

编程示例：为轴规定R参数

```
N10 G1 G91 X=R1 Z=R2 F300    ;单独的程序段（运行程序段）
N20 Z=R3
N30 X= -R4
N40 Z= SIN(25.3)-R5          ;带运算操作
...
```

编程示例：间接编程

```
N10 R1=5                 ;直接将数值5（整数）赋值给R1
...
N100 R[R1]=27.123        ;间接将数值27.123赋值给R5
```

8.9.2 局部用户数据（LUD）

功能

用户/编程人员可以在程序中定义自己的不同数据类型的变量（LUD）。这些变量只出现在定义它们的程序中。这些变量在程序的开头定义且可以为它们赋值。否则它们的初始值为零。
用户可以定义变量名称。命名时应遵守以下规则:

- 最大长度为32个字符
- 起始的两个符号必须是字母；其它的字符可以是字母、下划线或数字。
- 控制系统中已经使用的名字不能再使用（NC地址、关键字、程序名、子程序名，等等）。

编程/数据类型

```
DEF BOOL变量名1          ;类型为布尔值，值：TRUE (=1), FALSE (=0)
DEF CHAR变量名2          ;类型为字符，ASCII码中的一个字符：“a”，“b”，...
                         ;代码数值：0 ... 255
DEF INT变量名3           ;类型为整数，整数值，32位值域：
                         ;-2 147 483 648至+2 147 483 648（十进制）
DEF REAL变量名4          ;类型为实数，自然数（如计算参数R），
                         ;值域：±（0.000 0001 ... 9999 9999）
                         ;（8个十进制位数加上符号和小数点）或
                         ;指数表达方式：±（10^-300 ... 10^+300）
DEF STRING[字符串长度] 变量名41    ;类型为字符串，[字符串长度]：最大字符数
```

每种类型均要求有一个各自的程序行。但是，在同一行中可以定义具有相同类型的几个变量。
举例:

```
DEF INT PVAR1,PVAR2,PVAR3=12,PVAR4        ;INT类型的4个变量
```

带赋值的字符串类型示例:

```
DEF STRING[12] PVAR=”Hallo”              ;变量PVAR设定的最大
                                          字符长度为12，并赋值字符串
                                          Hallo
```

域

除了单个变量，还可以定义这些数据类型变量的一维或二维的域:

```
DEF INT PVAR5[n]        ;INT类型的一维域，n：整数
DEF INT PVAR6[n,m]      ;INT类型的二维域，n,m：整数
```

举例:

```
DEF INT PVAR7[3]        ;域中包含INT类型的3个元素
```

通过域索引，可以读取各个域元素；每个域元素可以作为单独的变量来处理。域索引范围为“0至元素较小值”。

举例:
N10 PVAR7[2]=24 ;第三个域元素（索引2）的值为24。

包含SET语句的域的赋值:
N20 PVAR5[2]=SET(1,2,3) ;从第三个域元素起，定义不同的值。

包含REP语句的域的赋值:
N20 PVAR7[4]=REP(2) ;从域元素[4]起，所有的元素具有相同的值，此处是2。

8.9.3 PLC变量的读和写

功能

为了在NC和PLC之间进行快速的数据交换，在PLC用户接口提供了一个特殊的数据区，该区域容量为512字节。在此区域中，PLC数据具有相同的数据类型和位置偏移量。这些一致的变量可以在NC程序中读写。
为此，需提供特殊的系统变量:

$A_DBB[n] ;数据字节（8位值）
$A_DBW[n] ;数据字（16位值）
$A_DBD[n] ;数据双字（32位值）
$A_DBR[n] ;REAL数据（32位值）
n表示位置偏移量（从数据区的起始到变量的起始），单位字节。

举例:
R1=$A_DBR[5] ;读取REAL值，偏移量5（从区域的字节5处开始）

说明

- 读取变量时，会产生预处理停止（内部STOPRE）。
- 可同时（在一个程序段中）编程最多3个变量。

8.10 程序跳转

8.10.1 程序跳转的跳转目标

功能

标记符或**程序段号**用于标记程序中所跳转的目标程序段。用跳转功能可以实现程序运行分支。

标记符可以自由选取，但必须由2-8个字母或数字组成，其中**开始两个符号**必须是**字母**或下划线。

跳转目标程序段中标记**符后面必须为冒号**。标记符位于程序段段首。如果程序段有段号，则标记符**紧跟着段号**。

在一个程序中，标记符不能含有其它意义。

编程示例

```
N10 LABEL1: G1 X20        ;LABEL1为标记符，跳转目标程序段
...
TR789: G0 X10 Z20         ;TR789为标记符，跳转目标程序段没有段号

N100 ...                  ;程序段号可以是跳转目标
...
```

8.10.2 绝对跳转

功能

NC程序在运行时以写入时的顺序执行程序段。

程序在运行时可以通过插入程序跳转指令改变执行顺序。

跳转目标只能是有**标记符**或**程序号**的程序段。该程序段必须在此程序之内。

绝对跳转指令必须占用一个独立的程序段。

编程

GOTOF *Label*	;向前跳转（向程序结束的方向跳转）
GOTOB *Label*	;向后跳转（向程序开始的方向跳转）
标记符	;所选择标记符的字符顺序（跳转标记）或程序段号

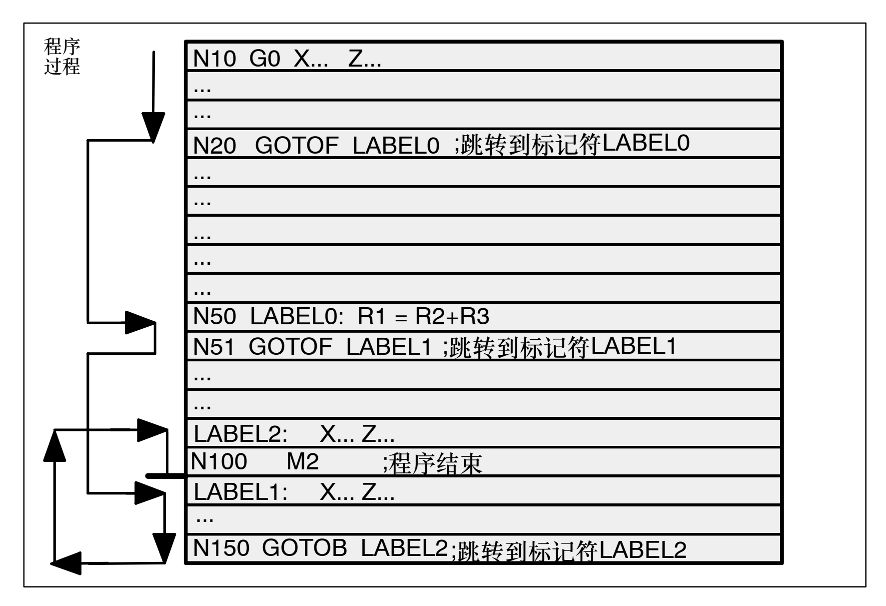


图8-56 绝对跳转举例

8.10.3 有条件跳转

功能

用**IF条件语句**表示有**条件跳转**。如果满足跳转条件（也就是**值不等于零**），则进行跳转。跳转目标只能是有**标记符**或**程序号**的程序段。该程序段必须在此程序之内。

有条件跳转指令要求一个独立的程序段。在一个程序段中可以有许多个条件跳转指令。

使用了条件跳转后有时会使程序得到明显的简化。

编程

IF*条件* GOTOF*Label*	;向前跳转
IF*条件* GOTOB*Label*	;向后跳转
GOTOF	;向前跳转（向程序结束的方向跳转）
GOTOB	;向后跳转（向程序开始的方向跳转）
Label	;所选的字符串用于标记符（跳转标记）或程序段号
IF	;跳转条件导入符
条件	;作为条件的计算参数，计算表达式

比较运算

运算符	含义
= =	等于
< >	不等
>	大于
<	小于
> =	大于或等于
< =	小于或等于

用上述比较运算表示跳转条件，计算表达式也可用于比较运算。比较运算的结果有两种，一种为“满足”，另一种为“不满足”。“不满足”时，该运算结果值为零。

比较运算符编程示例

```
R1>1                        ;R1大于1
1 < R1                      ;1小于R1
R1<R2+R3                    ;R1小于R2加R3
R6>=SIN( R7*R7)             ;R6大于或等于SIN(R7)^2
```

编程示例

```
N10 IF R1 GOTOF  LABEL1            ;R1不等于零时，跳转到LABEL1程序段
...
N90 LABEL1: ...
N100 IF R1>1 GOTOF  LABEL2         ;R1大于1时，跳转到LABEL2程序段
...
N150 LABEL2: ...
...
N800 LABEL3: ...
...
N1000 IF R45==R7+1 GOTOB  LABEL3   ;R45等于R7加1时，
                                    跳转到LABEL3程序段
...
一个程序段中有多个条件跳转:
N10 MA1: ...
...
N20 IF R1==1 GOTOB  MA1  IF R1==2 GOTOF  MA2 ...
...
N50 MA2: ...
```

说明：第一个条件实现后就进行跳转。

8.10.4 程序跳转示例

任务

圆弧上点的移动:

已知:	起始角:	30°	R1
	圆弧半径:	32毫米	R2
	位置间隔:	10°	R3
	点数:	11	R4
	圆心位置，Z轴方向:	50毫米	R5
	圆心位置，X轴方向:	20毫米	R6

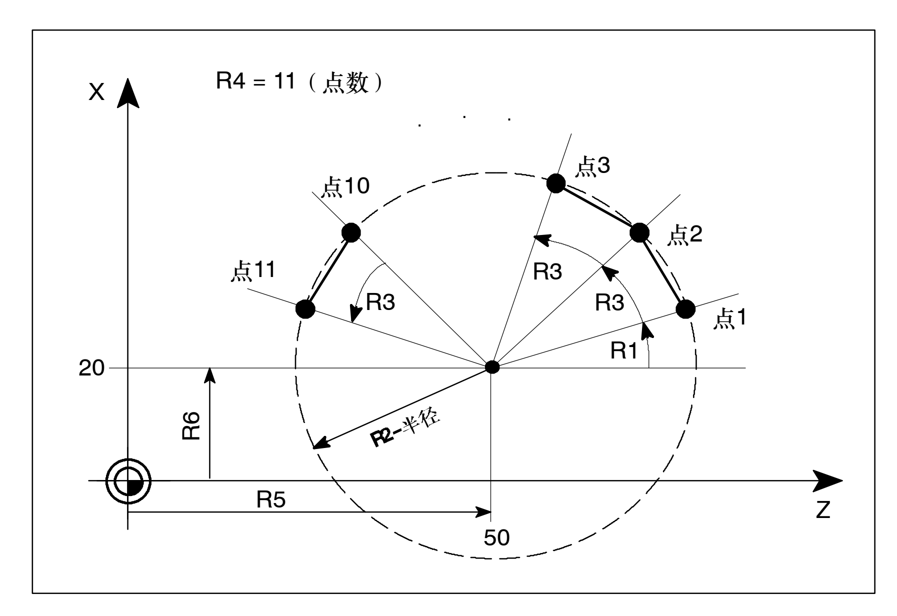


图8-57 线性返回圆弧轮廓段上的点

编程示例

```
N10 R1=30  R2=32  R3=10  R4=11  R5=50  R6=20  ;赋初始值
N20 MA1: G0 Z=R2 *COS (R1)+R5  X=R2*SIN(R1)+R6
                                  ;坐标轴地址的计算及赋值
N30  R1=R1+R3  R4= R4-1
N40 IF R4 > 0 GOTOB MA1
N50  M2
```

注释

在程序段N10中给相应的计算参数赋值。在N20中进行坐标轴X和Z的数值计算并进行赋值。

在程序段N30中R1增加R3角度；R4减小数值1。
如果R4>0，则重新执行N20，否则运行N50，程序结束。

8.11 子程序技术

8.11.1 一般规则

使用

原则上讲主程序和子程序之间并没有区别。

用子程序编写经常重复进行的加工，比如某一确定的轮廓形状。子程序位于主程序中适当的地方，在需要时进行调用、运行。

子程序的一种型式就是加工循环，**加工循环**包含一般通用的加工工序。诸如钻削，攻丝，坯料切削加工等等。通过给规定的计算参数赋值就可以实现各种具体的加工。

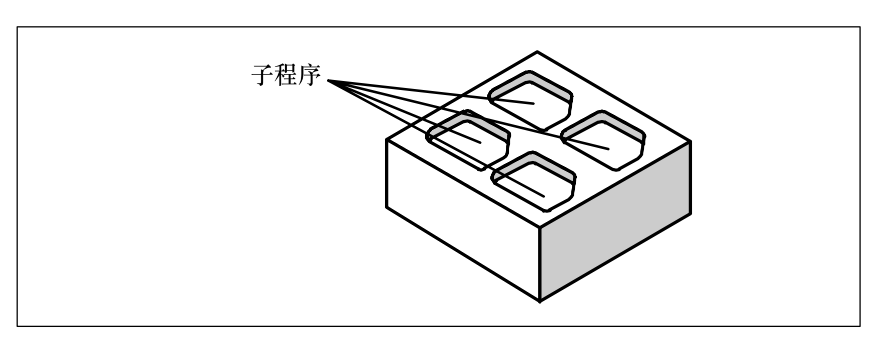


图8-58　一个工件加工中4次使用子程序

结构

子程序的结构与主程序的结构一样（参见章节8.1.2 “程序结构” ）。在子程序中也是在最后一个程序段中用**M2结束子程序运行**。子程序结束后返回主程序。

程序结束

除了用M2指令外，还可以用**RET**指令结束子程序。

RET要求占用一个独立的程序段。

用RET指令结束子程序、返回主程序时不会中断G64连续路径方式。用M2指令则会中断G64运行方式，并进入准确停止状态。

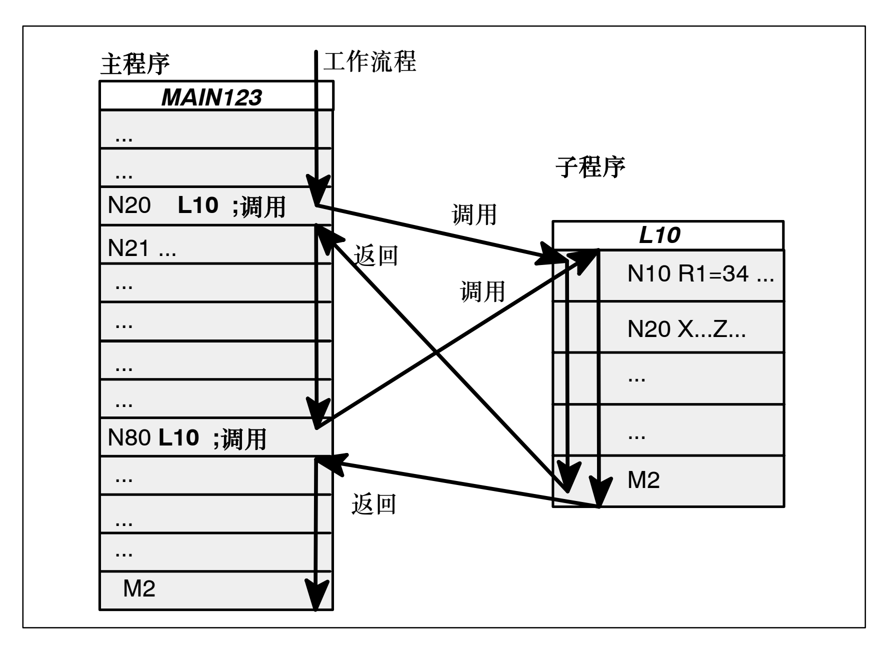


图8-59 举例：两次调用子程序

子程序名称

为了方便地选择某一子程序，必须给子程序取一个程序名。在创建程序时，程序名称可以在遵循命名规则的前提下自由选取。

其命名规则和主程序名的命名规则相同。

举例：**LFRAME7**

另外，在子程序中还可以使用地址字**L**···。其后的值可以有7位（只能为整数）。

注意：地址字L之后的每个零均有意义，不可省略。

举例：**L128**并非**L0128**或**L00128**！
以上表示3个不同的子程序。

说明：子程序名**LL6**专门用于刀具更换。

子程序调用

在一个程序中（主程序或子程序）可以直接用程序名调用子程序。子程序调用要求占用一个独立的程序段。

举例:

```
N10 L785          ;调用子程序L785
N20 LFRAME7       ;调用子程序LFRAME7
```

程序重复调用次数P…

如果要求多次连续地执行某一子程序，则在编程时必须在所调用子程序的程序名后**地址P**下写入调用次数。最大次数可以为**9999**(P1…P9999)。

举例:
N10 L785 P3 ;调用子程序L785，运行3次

嵌套深度

子程序不仅可以从主程序中调用，也可以从其它子程序中调用，这个过程称为子程序的嵌套。这样的嵌套调用总共有**8个程序层**可供使用，包括主程序层。

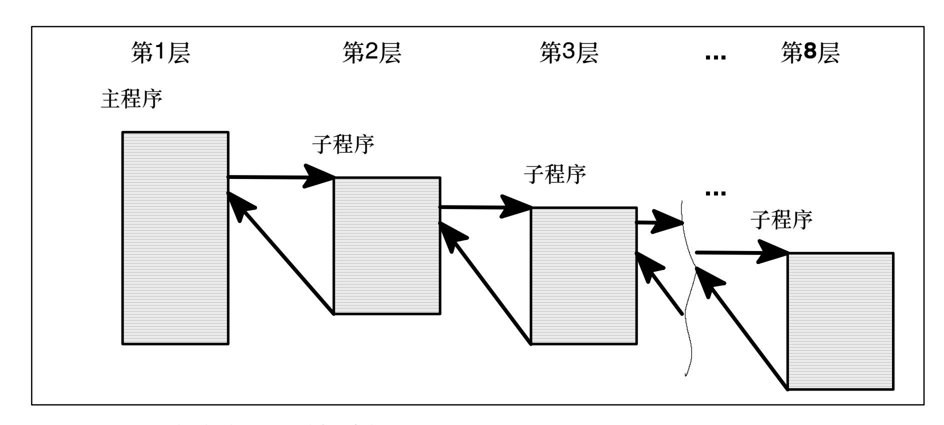


图8-60 8级程序界面运行过程

说明

在子程序中可以改变模态有效的G功能，比如G90到G91的变换。在返回调用程序时请注意检查一下所有模态有效的功能指令，并按照要求进行调整。

对于计算参数R也需同样注意，不要无意识地用上级程序界面中所使用的计算参数来修改下级程序界面的计算参数。

西门子循环需要4级程序。

8.11.2 调用加工循环

功能

循环是指用于特定加工过程的工艺子程序，比如用于钻削、坯料切削或螺纹切削等。循环在用于各种具体加工过程时只要改变参数就可以。

编程示例

```
N10  CYCLE83(110, 90, ...)    ;调用循环83；直接传输数值，  单独程序段
N40 RTP=100  RFP= 95.5 ...   ;设置循环82的传输参数
N50 CYCLE82(RTP, RFP, ...)   ;调用循环82，单独程序段
```

8.11.3 模态子程序调用

功能

在有MCALL指令的程序段中调用子程序，如果其后的程序段中含有**轨迹运行**，则子程序会自动调用。调用持续有效，直至下一个MCALL。用MCALL指令模态调用子程序的程序段以及模态调用结束指令均需要一个独立的程序段。
比如可以使用MCALL指令来方便地加工各种排列形状的孔。

编程示例

应用举例：行孔钻削

```
N10 MCALL CYCLE82(...) ;钻削循环82
N20 HOLES1(...)        ;行孔循环，在每次到达孔位置之后，
                        使用传输参数执行CYCLE82(···)循环
N30  MCALL             ;结束CYCLE82(···)的模态调用
```

8.12 定时器和工件计数器

8.12.1 运行时间定时器

功能

用定时器作为系统变量（$A…），用于监控程序中的工艺过程，或者仅用于显示。
这些定时器只能读出时间。其中有些定时器一直有效。而其它定时器则须通过机床数据才可激活。

定时器 － 一直有效

- **$AN_SETUP_TIME** -自从上次“CNC用缺省值引导后的时间（分钟）：
  当控制系统用缺省值引导时，定时器自动复位到零。
- **$AN_POWERON_TIME** -自从上次“CNC引导”后的时间（分钟）：
  当控制系统引导时，定时器自动复位到零。

定时器 － 可取消激活

以下列出的定时器必须通过机床数据激活。
不同的定时器启动不一样。在程序状态不处于“程序运行”时，或者进给修调为零时，则每次有效的运行时间测量就会自动中断。
可以通过机床数据确定处于空运行时和程序测试时有效时间测量的性能:

- **$AC_OPERATING_TIME** -在自动方式下NC程序运行的总时间（单位秒）：
  在自动方式下，加上所有程序在起始和结束/复位之间的运行时间。控制系统每次启动时定时器置为零。
- **$AC_CYCLE_TIME** -所选NC程序的运行时间（单位秒）：
  测量所选NC程序在起始和结束/复位之间的运行时间。当新的NC程序启动时，该定时器被删除。
- **$AC_CUTTING_TIME** -刀具作用时间（以秒为单位）
  刀具有效时（标准设置），在所有NC程序中程序启动和结束/复位之间，测量轨迹轴（无快速移动）的运行时间。
  在“控制系统使用缺省值”启动时，定时器自动复位至零。
  控制系统每次启动时，定时器自动复位到零。

编程示例

```
N10 IF $AC_CUTTING_TIME>=R10 GOTOF WZZEIT ;刀具干涉时间极限值？
...
N80 WZZEIT:
N90 MSG（“刀具干涉时间: 到达极限值”）
N100 M0
```

显示

激活系统变量的内容在操作区域
“零偏/参数”->“设定数据” “>” “时间/计数器”的屏幕中可见:

运行时间总数: = $AC_OPERATING_TIME
程序运行时间 = $AC_CYCLE_TIME
进给运行时间 = $AC_CUTTING_TIME
冷启动后时间 = $AN_SETUP_TIME
热启动后时间 = $AN_POWERON_TIME

“程序运行时间在“自动”运行方式下还出现在操作区域“位置”的提示行下。

8.12.2 工件计数器

功能

使用该功能可以计数加工工件数量。
作为系统变量，可以通过程序或操作（注意写保护级！）进行读写存取。
可以通过机床数据控制计数器生效、复位到零的时间和计算规则。

计数器

- **$AC_REQUIRED_PARTS** -要求的工件数（工件设定值）
  可以定义工件的数量，当达到该数值时，当前工件数$AC_ACTUAL_PARTS置为零。
  可以通过机床数据激活显示报警21800“达到所要求的数量”。
- **$AC_TOTAL_PARTS** -所有生产工件的数量（总数）:
  计数器显示所有自开始生产起的工件数量。
  当控制系统启动时，计数器自动复位到零。
- **$AC_ACTUAL_PARTS** -当前工件的数量（工件实际值）:
  计数器计数所有自开始生产起的工件数量。当达到所要求的数量时，计数器自动复位到零（$AC_REQUIRED_PARTS，值大于零）。

- **$AC_SPECIAL_PARTS** －用户定义的工件数:
  用这种计数器用户可以按照自己的定义进行工件计数。当达到所要求的数量 $AC_REQUIRED_PARTS（工件设定值）时也可以定义一个报警输出。用户必须自己把计数器复位到零。

编程示例

```
N10 IF $AC_TOTAL_PARTS==R15 GOTOF SIST        ;达到工件数?
...
N80 SIST:
N90 MSG（“达到工件设定值”）
N100 M0
```

显示

激活系统变量的内容在操作区域
“零偏/参数”->“设定数据” “>” “时间/计数器”的屏幕中可见:

零件总数 = $AC_TOTAL_PARTS
需要的零件 = $AC_REQUIRED_PARTS
零件数量 = $AC_ACTUAL_PARTS
显示的$AC_SPECIAL_PARTS不可用

“零件数量”在“自动”运行方式下还出现在操作区域“位置”的提示行下。

8.13 刀具监控的语言指令

8.13.1 刀具监控概述

功能

该功能适用于软件版本SINUMERIK 802D sl plus和802D sl pro。

刀具监控可以通过机床数据激活。
可以监控有效刀具刀沿的以下方面:

- 刀具寿命监控
- 工件数监控

以上的监控功能可以同时生效。

优先通过操作实现刀具监控的控制/数据输入。另外，也可以编程这些功能。

监控计数器

每个监控功能都有监控计数器。监控计数器在设定值大于零到零的范围中运行。如果监控计数器值小于等于零时，则被认为已到达极限值。将产生报警并输出接口信号。

监控类型和状态的系统变量

- **$TC_TP8[t]** ;刀具号为t的刀具状态
  位0 =1: 刀具有效
  =0: 刀具无效
  位1 =1: 刀具已释放
  =0: 刀具未释放
  位2 =1: 刀具已禁用
  =0: 刀具未禁用
  位3: 保留
  位4 =1: 到达预警极限值
  =0: 未到达
- **$TC_TP9[t]** ;刀具号为t的刀具监控功能类型:
  = 0: 无监控
  = 1: 被监控刀具的寿命
  = 2: 被监控刀具的计数

这些系统变量可以在NC程序中读/写。

刀具监控数据系统变量

表 8-3 刀具监控数据

命名符	说明	数据类型	默认值
$TC_MOP1[t,d]	预警极限值，刀具寿命以分计算	实数	0.0
$TC_MOP2[t,d]	刀具寿命剩余时间	实数	0.0
$TC_MOP3 [t,d]	件数预警极限	INT	0

表 8-3 刀具监控数据

命名符	说明	数据类型	默认值
$TC_MOP4 [t,d]	剩余件数	INT	0
...	...		
$TC_MOP11[t,d]	标准寿命	实数	0.0
$TC_MOP13[t,d]	标准件数	INT	0

T用于刀具号码T，d用于D号码。

有效刀具的系统变量

通过系统变量可以在NC程序中读取以下内容:

- $P_TOOLNO-有效刀具号T
- $P_TOOL-有效刀具的有效D号

8.13.2 刀具寿命监控

监控当前有效的刀沿的寿命（当前有效刀具T的有效刀沿D）。
一旦轨迹轴运行（G1、G2、G3、...但不使用G0），此刀沿的剩余寿命（$TC_MOP2[t,d]）即被更新。如果在加工过程中，刀沿的剩余寿命由“刀具寿命预警极限值”（$TC_MOP1[t,d]）管理，则通过一个接口信号给PLC信息。
如果刀具剩余寿命小于等于零，则输出报警，同时设置另一个接口信号。然后，刀具状态变成“无效”且不能再次编程，直到“无效”状态被取消。因此，操作人员需采取措施，更换刀具或确保可用于加工的刀具存在。

系统变量$A_MONIFACT

使用**$A_MONIFACT**系统变量（REAL数据类型）可以让监控时钟变慢或变快。可以在刀具使用前设定此系数，如根据使用的工件材料考虑不同的磨损量。

系统上电后，复位/程序结束，$A_MONIFACT系数是1.0。实际时间有效。
系统变量举例:
$A_MONIFACT=1 实际时间1分钟 = 刀具寿命减少1分钟
$A_MONIFACT=0.1 实际时间1分钟 = 刀具寿命减少0.1分钟
$A_MONIFACT=5 实际时间1分钟 = 刀具寿命减少5分钟

使用RESETMON()更新给定值

功能 RESETMON(state,t,d,mon)将实际值设为给定值:
－用于某个刀具的所有刀沿或只对于一个刀沿
－用于所有的监控类型或只对于某一个监控类型

传输参数:

INT state 指令执行状态
= 0 成功执行
= -1 定义为D号的刀沿不存在
= -2 定义为T号的刀具不存在
= -3 指定的刀具t不提供监控功能
= -4 监控功能未激活， 即指令不执行

INT t 内部T编号:
= 0 适用于所有刀具
<> 0 适用于该刀具（t < 0: 绝对值|t|）

INT d *选件:* 编号为t的刀具的D编号:
> 0 适用于该D编号
无d / = 0时， 刀具t的所有刀沿

INT mon 选件: 用于监控类型的位译码参数（数值类似于$TC_TP9）:
= 1: 寿命时间
= 2: 件数
无监控，或 = 0时: 所有对于刀具t的有效监控实际值将设定为额定值。

说明:

- 接口信号“程序测试有效”设置时，RESETMON()无效。
- 必须使用DEF语句，在程序的开端定义用于状态反馈信息的变量**state**:
  DEF INT state也可以给变量定义不同的名称（不是“state”，必须至少有15个字符，起始使用2个字母）。变量只存在于它所编程的程序中。
  这也适用于**mon**。如果需要定义，可以直接作为数字来转化（1或2）。

8.13.3 工件数监控

监控当前有效刀具的有效刀沿的工件计数。
工件计数监控包括对制造工件时使用的所有刀沿的监控。如果由于定义导致计数改变，自上次工件计数有效的所有刀沿的监控数据将相应调整。

通过操作或SETPIECE( ) 更新工件数

工件计数可以通过操作（HMI）或在NC程序中使用SETPIECE()语言指令修改。

使用**SETPIECE**功能，用户可以修改在加工过程中所使用刀具的计数监控数据。
如果SETPIECE(n)已编程，则搜索内部SETPIECE存储器（存储）。如果为一个刀具的刀沿设置了该“存储”，则对应刀沿的件数（剩余件数 -$TC_MOP4）将减去所给定的值，并删除对应的“存储”（SETPIECE存储器）。

SETPIECE(n)
n : = 0... 32000 自上次SETPIECE功能执行以来所制造的工件数。剩余件数 ($TC_MOP4[t, d]) 将减去该值。

编程示例

```
N10 G0 X100
N20 ...
N30 T1
N40 M6
N50 D1
...                   ;用T1, D1加工
N60 SETPIECE(1)       ;$TC_MOP4[1,1 ] (T1,D1) 减少1
N90 T2
N100 M6
N110 D2
...                   ;用T2, D2加工
N200 SETPIECE(1)      ;$TC_MOP4[2,2 ] (T2,D2) 减少1
...
N300 M2
```

说明:

- 程序段搜索过程中SETPIECE( ) 命令无效
- 建议只在简单程序中直接写入 $TC_MOP4[t,d]。这需要编程一个包含STOPRE指令的程序段。

更新给定值

额定值更新，即将剩余件数计数（$TC_MOP4[t,d]）设置为额定件数（$TC_MOP13[t,d]）、通常由操作（HMI）进行。这也可以通过功能RESETMON(state,t,d,mon)来实现，正如在刀具寿命监控中所介绍的。

举例:

```
DEF INT state                        ;在程序开端，定义状态反馈
                                      信息变量
...
N100 RESETMON(state,12,1,2)          ;T12、D1的工件计数器给定值修改，
                                      给定值2
...
```

编程示例

```
DEF INT state                              ;定义RESETMON()状态反馈的变量;

G0 X... ;空运转
T7                                         ;装入新刀具，可以通过M6
$TC_MOP3[$P_TOOLNO,$P_TOOL]=100            ;预警极限值100个
$TC_MOP4[$P_TOOLNO,$P_TOOL]=700            ;剩余件数
$TC_MOP13[$P_TOOLNO,$P_TOOL]=700           ;标准件数
;设定后激活:
$TC_TP9[$P_TOOLNO,$P_TOOL]=2               ; 激活件数监控，有效刀具ANF:
BEARBEIT                                   ;工件加工的子程序
SETPIECE(1)                                ;修改计数器
M0                                         ;按NC START键继续
IF ($TC_MOP4[$P_TOOLNO,$P_TOOL]]>1) GOTOB ANF
MSG(“刀具T7已磨损－请更换”)
M0                                         ;刀具更换后，按NC START键继续
RESETMON(state,7,1,2)                      ;修改工件计数器设定值
IF (state<>0) GOTOF ALARM
GOTOB ANF
ALARM: ; 显示出错:
MSG(“出错RESETMON:”<<state)
M0
M2
```

8.14 平滑返回和出发

功能

该功能适用于软件版本SINUMERIK 802D sl plus和802D sl pro。

平滑返回和出发（SPR）功能用来平滑接近轮廓切线方向的开端，最大程度上独立于起始点的位置。控制系统将计算中间点并产生所需的进给程序段。此功能优先和刀具半径补偿（TRC）一起使用。指令G41、G42计算返回/出发到轮廓左边或右边的方向（参见章节8.6.4 “选择刀具半径补偿：G41、G42”）。
使用一组G指令选择返回/出发路径（直线，四分之一圆或半圆）。设置路径参数（圆弧半径，返回直线长度）时，可以使用特定的地址。这也适用于进给动作。另外，进给动作也可以通过其它G功能组控制。

编程

G147	;沿直线返回
G148	;沿直线出发
G247	;沿四分之一圆返回
G248	;沿四分之一圆出发
G347	;沿半圆返回
G348	;沿半圆出发
G340	;在空间返回和出发（缺省时）
G341	;在平面内返回和出发
DISR=...	;沿直线返回和出发（G147/G148）： 从轮廓的起始点或终点到刀沿的距离 ;沿圆弧返回和出发（G247、G347/G248、G348）： 刀具中心点半径
DISCL=...	;从加工平面到快速进给动作的终点的距离（安全间隙）
FAD=...	;慢速进给速率 G功能组15（进给率：G94、G95）指令有效时，编程值才生效

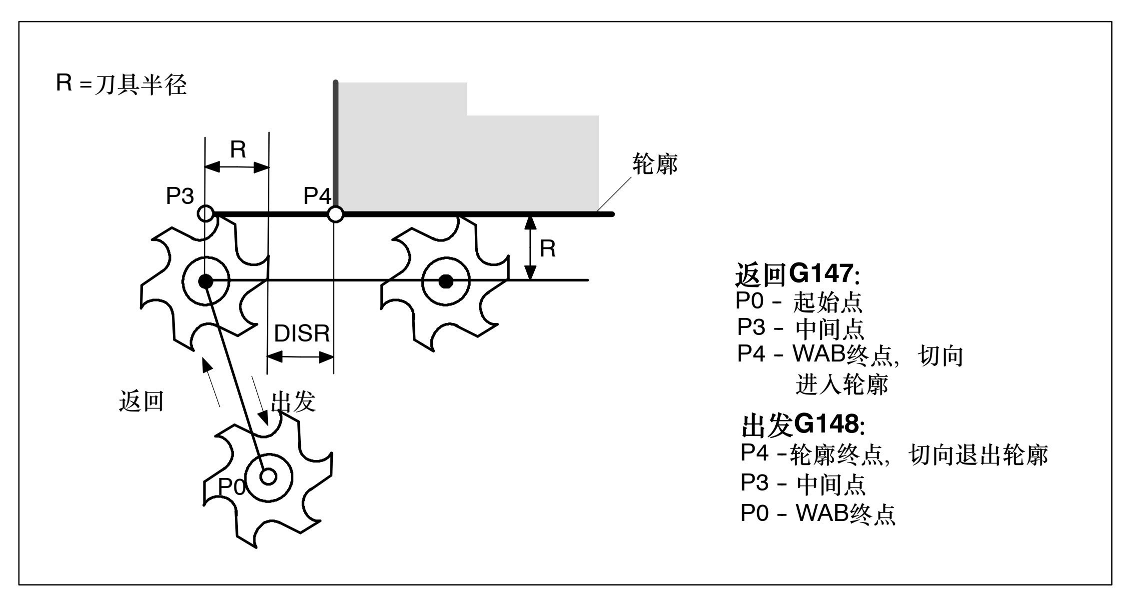


图8-61 使用G42沿直线返回，用G41出发并使用G40结束

编程举例：平面内沿直线返回/出发

```
N10 T1 ... G17                          ;激活刀具，X/Y平面
N20 G0 X... Y...                        ;P0返回
N30 G42 G147 DISR=8  F600 X4 Y4         ;返回，编程的P4
N40 G1 X40                              ;轮廓中继续
...
N100 G41 ...
N110 X4 Y4                              ;P4-轮廓的终点
N120 G40 G148 DISR=8  F700 X... Y...    ;出发；编程的P0点
...
```

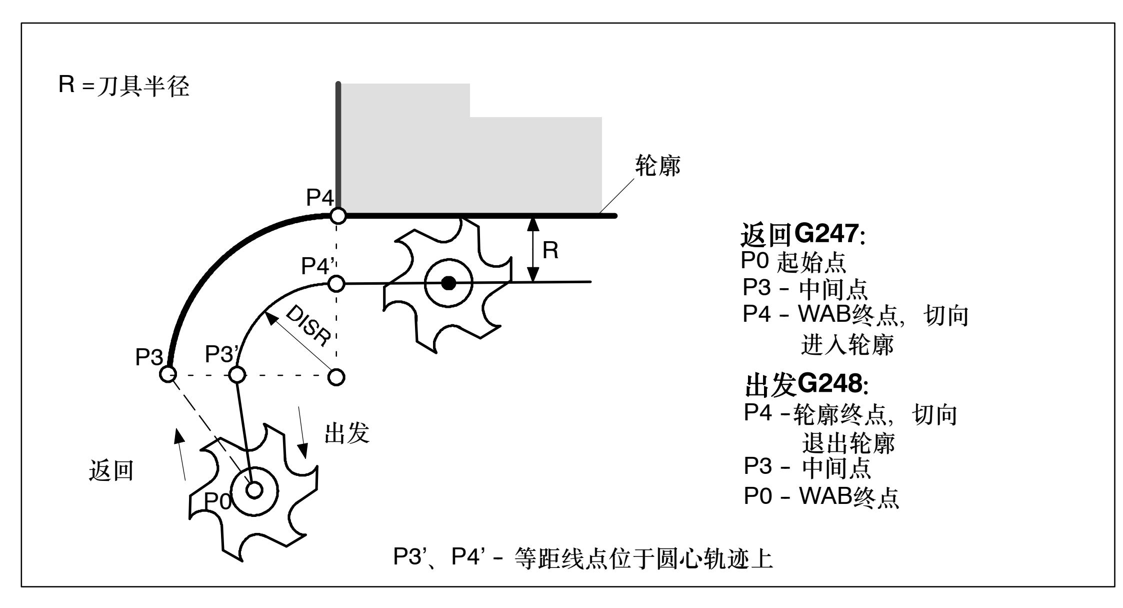


图8-62 使用G42沿四分之一圆返回，用G41出发并使用G40结束

编程举例：平面中沿四分之一圆返回/出发

```
N10 T1 ... G17                              ;激活刀具，X/Y平面
N20 G0 X... Y...                            ;P0返回
N30 G42 G247 DISR=20  F600 X4 Y4            ;返回，编程的P4
N40 G1 X40                                  ;轮廓中继续
...
N100 G41 ...
N110 X4 Y4                                  ;P4-轮廓的终点
N120 G40 G248 DISR=20  F700 X... Y...       ;出发。编程的P0点
...
```

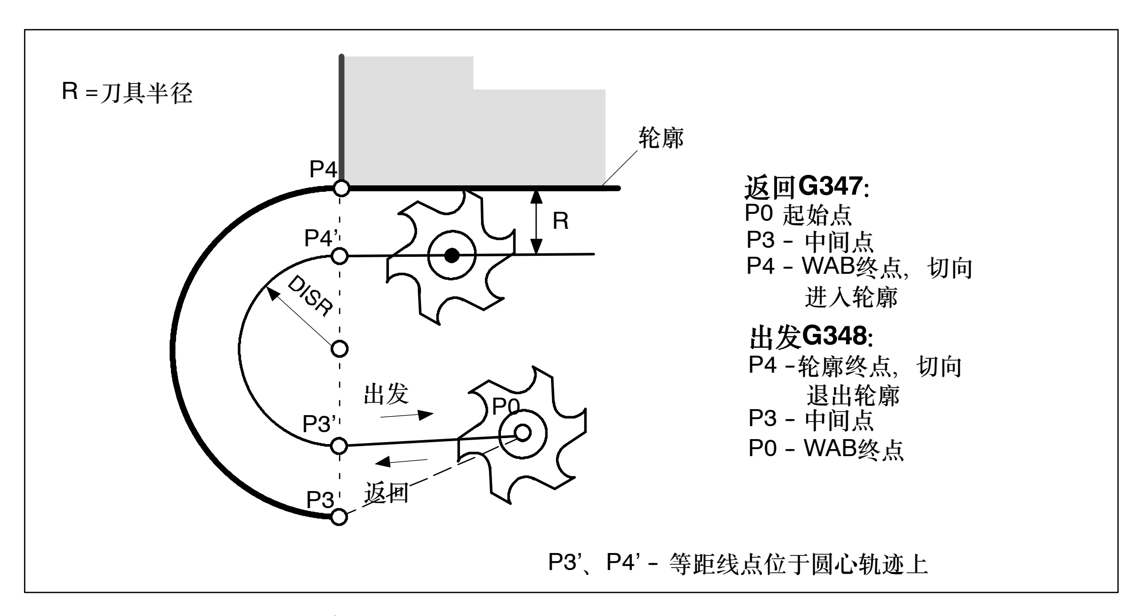


图8-63 使用G42沿半圆返回，用G41出发并使用G40结束

提示

确保定义的刀具半径值为正。否则，G41、G42的方向将改变！

使用DISCL和G340、G341控制进给动作

DISCL=…定义了P2点到加工平面的距离（参见8-64）。

如果DISCL=0，则出现以下情况：

- 使用G340时：整个返回动作只包含两个程序（P1、P2和P3相同）。轮廓产生于P3到P4。
- 使用G341时：整个返回动作只包含三个程序（P2和P3相同）。如果P0和P4位于同一个平面，只执行两个程序段（P1到P3间无进给动作）。

监控P1和P3之间的由DISCL定义的点，即对于所有的加工动作，监控垂直于加工平面进给的动作，该动作必须具有相同的符号。如果发现方向相反，允许有0.01毫米的公差。

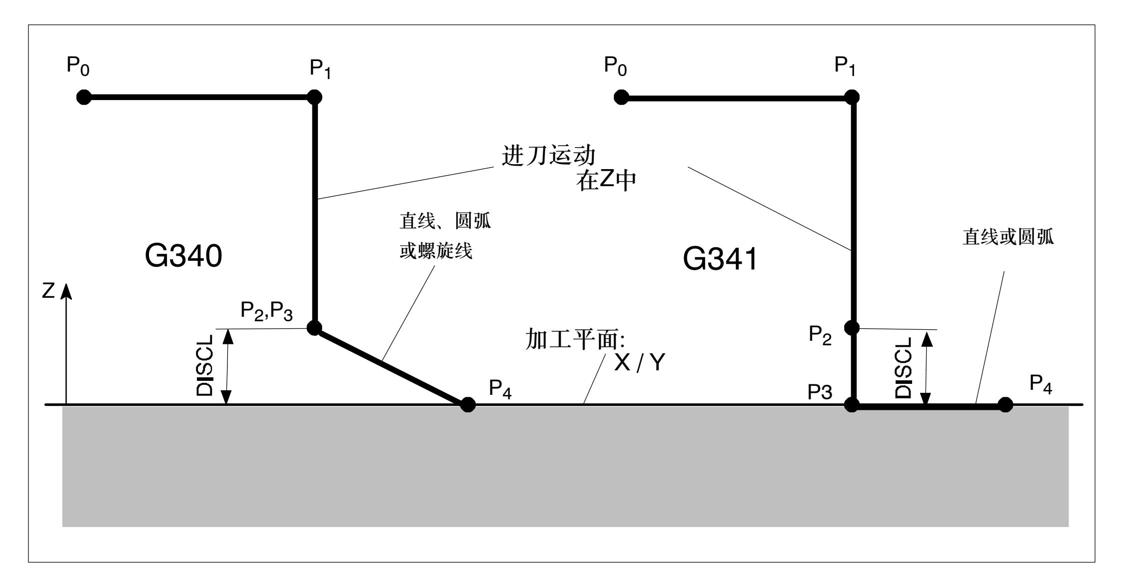


图8-64 根据G340/G341的返回动作的顺序（使用G17示例）

编程举例：沿半圆返回

```
N10 T1 ... G17 G90 G94          ;激活刀具; X/Y平面
N20 G0 X0 Y0 Z30                ;P0返回
N30 G41 G347 G340 DISCL=3 DISR=13 Z=0 F500
                                ;沿半圆返回，半径: 13毫米
                                ;到平面的安全间隙: 3毫米
N40 G1 X40 Y-10
...
```

或者N30/N40:

```
N30 G41 G347 G340 DISCL=3 DISR=13 X40 Y-10 Z0 F500
```

或

```
N30 G41 G347 G340 DISCL=3 DISR=13 F500
N40 G1 X40 Y-10 Z0
```

N30/N40说明:

使用G0（N20行），移动P1（半圆的起始点，由刀具半径修改）到平面中的Z=30处，然后降低到深度(P2,P3)，Z=3(DISCL)。然后沿螺旋曲线，进给率为500毫米/分到达轮廓点X40 Y-10，Z=0(P4)位置。

返回和出发速率

- 前一个程序段速率（如G0）:
  从P0到P2的所有的动作都按此速度执行，即与加工平面平行运行的动作并形成了进给动作的一部分，直到出现安全间隙。
- 编程的进给率F:
  如果未编程FAD，该进给率值从P3到P2时有效。如果在SAR程序段中未编程F字，将采用前一个程序段中的速率值。

- 编程FAD:
  在以下情况下定义进给率
  - G341: 从P2到P3垂直于加工平面的进给动作
  - G340: 从P2或P3到P4
  如果未编程FAD，并且在SAR中未编程F字，则使用前一个程序中模态有效的速率进给此段轮廓。
- **出发过程中**，前一个程序中模态有效的进给率以及在SAR中编程的进给率的作用变化，即使用原来的进给率进给实际的出发轮廓，并且从P2到P0使用以F字编程的新的进给率。

编程举例：沿四分之一圆返回，使用G341和FAD进给

```
N10 T1 ... G17 G90 G94                    ;激活刀具; X/Y平面
N20 G0 X0 Y0 Z30                          ;P0返回
N30 G41 G341 G247 DISCL=5 DISR=13 FAD=500 X40 Y-10 Z=0 F800
N40 G1 X50
...
```

N30说明:
使用G0（N20行），移动P1（四分之一圆的起始点，由刀具半径修改）到平面中的Z=30处，然后降低到深度(P2,P3)，Z=5(DISCL)。使用进给率FAD=500毫米/分，到达深度Z=0(P3)(G341)。然后沿平面（P4）中的四分之一圆，进给率为800毫米/分到达轮廓点X40 Y-10位置。

中间程序段

不移动几何轴，可以在SAR程序段和下一个进给程序段间插入最多5个程序段。

说明

出发时编程:

- 如果在SAR程序段中编程了几何轴时，轮廓在P2处结束。形成了加工平面的轴上的位置取决于出发轮廓。垂直于平面的轴元素由DISCL定义。当DISCL=0时，动作完全在平面内执行。
- 如果在SAR程序段中只编程了垂直于加工平面的轴时，轮廓在P1处结束。轴上的位置和上面一样。如果SAR程序段也是TRC禁止程序段，则插入从P1到P0的附加路径，导致当禁止TRC时，在轮廓的终点无任何动作。
- 如果只编程了一个轴，则模态增加第二个丢失轴，它的位置来自前一个程序段中的最后位置。

8.15 柱面铣削加工 – TRACYL

功能

该功能适用于软件版本SINUMERIK 802D sl plus和802D sl pro。

- 动态转换功能TRACYL用于圆柱体外表面的铣削加工，可以生成任意方向开口的槽。
- 以特定的加工圆柱直径将柱面展开并编程了**扁平**外表面中的槽铣削过程。

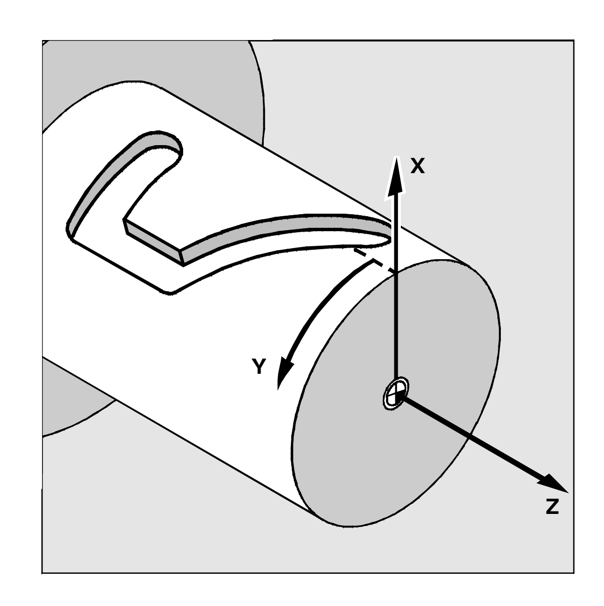


图 8-65 TRACYL编程时的笛卡儿坐标系X、Y、Z

- 控制系统将编程的笛卡儿坐标系中的进给动作转换为实际机床轴的动作要求使用旋转轴（旋转工作台）。
- 必须使用专用的机床数据设计TRACYL。同时也定义了在旋转轴的什么位置发现Y=0。
- 铣床具有一个实际的机床轴Y(YM)。可以为铣床配置一个扩展的TRACYL变量。这样就可以加工槽，使用槽壁修正：槽壁与槽底相互垂直，即使刀沿直径小于槽宽。否则，只能完全匹配的刀沿。

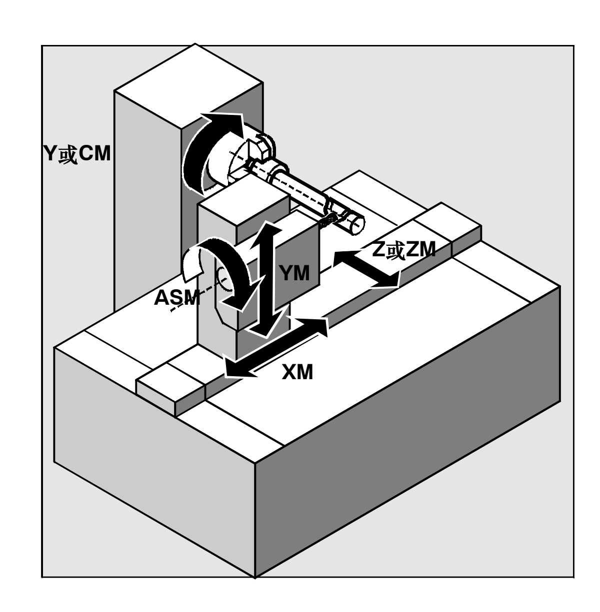


图 8-66 具有机床Y轴的机床运动（YM）

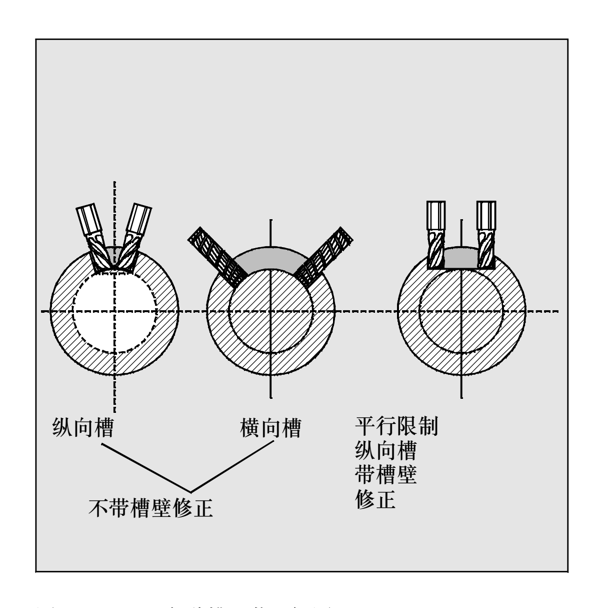


图 8-67 各种槽（截面视图）

编程

TRACYL(d) ;激活TRACYL（单独程序段）
TRAFOOF ;取消（单独程序段）
d 圆柱加工直径，单位毫米

TRAFOOF将取消任何有效的转换功能。

OFFN地址

槽壁到所编程的路径的距离。
通常，需编程槽中心线。使用刀具半径补偿时（G41、G42），OFFN定义槽宽（一半）。
编程: OFFN=··· ;距离，以毫米为单位

说明:
槽加工好以后，设定OFFN=0。除了TRACYL，OFFN也用于编程使用G41、G42时的毛坯余量。

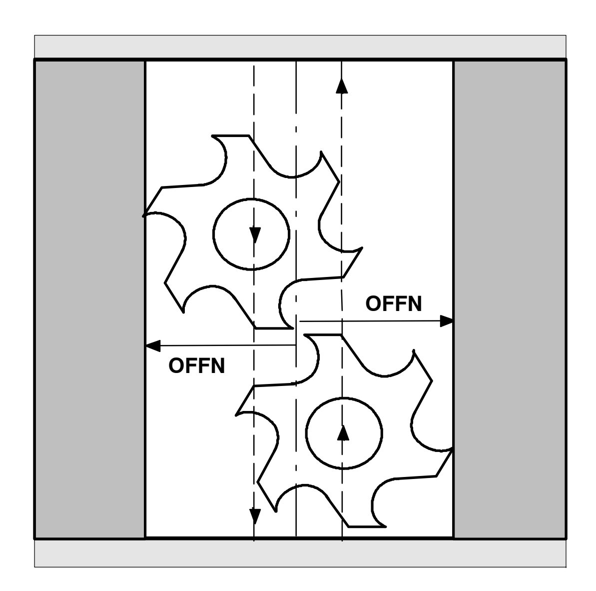


图 8-68 使用OFFN定义槽宽

编程说明

为了可以使用TRACYL铣削槽，应在零件程序中编程槽中心线，定义坐标，并且通过OFFN编程槽宽（一半）。
OFFN只在刀具半径补偿选择后才生效。而且必须保证
OFFN不小于刀具半径，
以避免损坏对面的槽壁。

通常，槽铣削的零件程序中包含以下内容:
1. 刀具的选择
2. TRACYL的选择
3. 相应零点偏移的选择
4. 定位
5. OFFN编程
6. TRC的选择
7. 返回程序段（返回到槽壁，考虑TRC）
8. 通过槽中心线编程槽加工
9. 取消TRC
10. 出发程序段（从槽壁出发，考虑TRC）
11. 定位
12. OFFN删除
13. TRAFOOF（取消TRACYL）
14. 重新选择原来的零点偏移
（参见以下的编程举例）

说明

- 导槽:
  使用和槽宽完全匹配的刀具直径，可以加工准确的槽。刀具半径补偿（TRC）需一直有效。
  使用TRACYL时，也可以用小于槽宽的刀具直径来加工槽。在这种情况下，需充分利用刀具半径补偿（G41、G42）和OFFN。
  为了避免精度的问题，刀具直径只可略小于槽宽。
- 使用带槽壁修整的TRACYL时，用于修整的轴（YM）应位于旋转轴的旋转中心。这样，加工的槽是以编程的中心线为槽中心的。
- 选择刀具半径补偿（TRC）:
  TRC作用于编程的槽中心线。在槽壁上体现。为了使刀具移动到槽壁的左侧（槽中心线的右侧），输入G42。相应地，如果要使刀具移向槽壁的右侧（槽中心线的左侧），必须输入G41。
  如果要修改G41<->G42，可以在OFFN中定义负的槽宽。
- TRC有效时，如果也不使用TRACYL，但考虑OFFN，则在TRAFOOF之后，OFFN应复位到零。使用与不使用TRAYCL下的OFFN的作用不同。
- 可在零件程序中更改OFFN。这样可以修改实际的中心线。

参考文献: 功能说明，章节“动态转换”。

编程示例

加工钩型槽

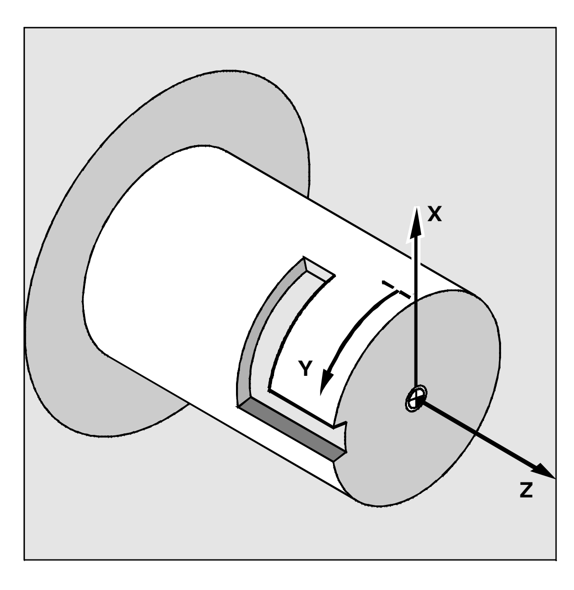


图 8-69 槽加工举例

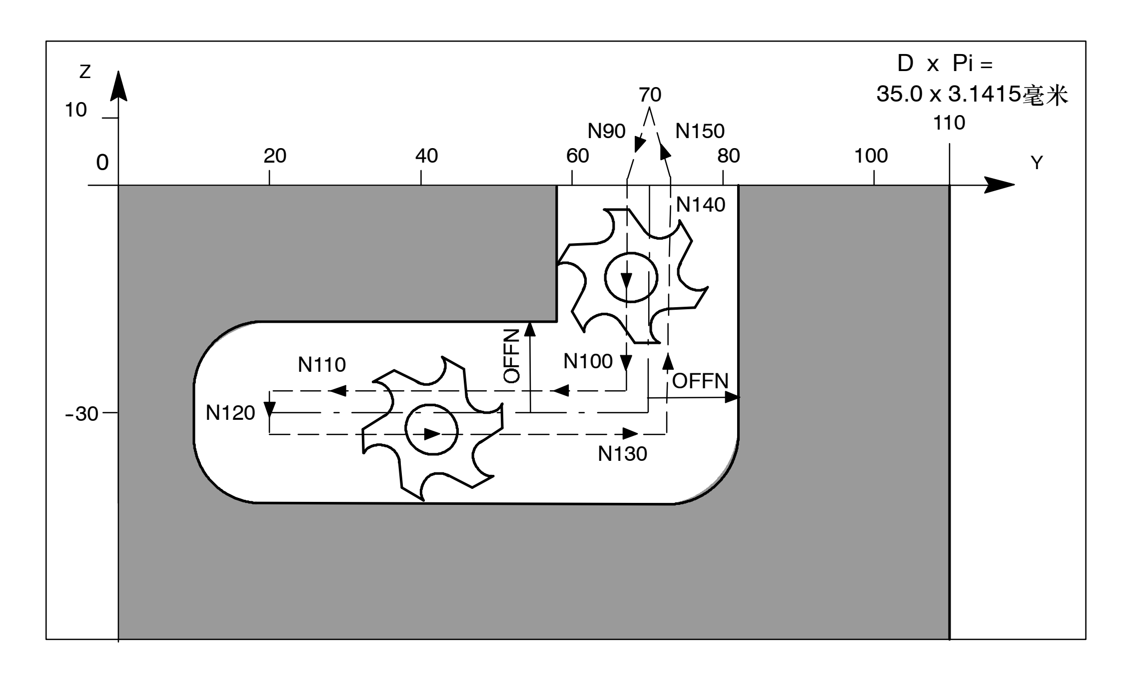


图 8-70　　槽编程；槽底的值

```
;槽底的圆柱加工直径: 35.0毫米
;所需的槽宽: 24.8毫米，刀具使用时的半径: 10.123毫米。

N10 T1 F400 G94 G54            ;铣刀，进给率，进给率类型，零点偏移
N15 G153 Y60                   ;移动Y轴到C轴的旋转中心
N30 G0 X25 Z50 C120            ;返回起始位置
N40 TRACYL (35.0)              ;使能TRACYL，加工直径35.0毫米
N50 G55 G19                    ;零点偏移，选择平面: Y/Z平面
N60 S800 M3                    ;启动主轴
N70 G0 Y70 Z10                 ;起始位置Y / Z
                               ;当前Y轴是外表面的几何轴
N80 G1 X17.5                   ;刀具进给至槽底
N70 OFFN=12.4                  ;槽壁到槽中心线距离12.4毫米
N90 G1 Y70 Z1 G42              ;使能TRC，返回槽壁
N100 Z-30                      ;槽平行于圆柱轴
N110 Y20                       ;槽平行于圆周
N120  G42 G1 Y20  Z-30         ;重新启动TRC，返回另一槽壁
                               ;槽壁到槽中心线距离保持12.4毫米
N130 Y70 F600                  ;槽平行于圆周
N140 Z1                        ;槽平行于圆柱轴
N150 Y70 Z10 G40               ;取消TRC
N160 G0 X25                    ;刀具返回
N170 M5  OFFN=0                ;停止主轴，删除槽壁位移
N180 TRAFOOF                              ;取消TRACYL
N200 G54 G17 G0 X25 Z50 C120              ;返回起始位置
N210 M2
```

循环 9

9.1 循环概述

循环是指用于特定加工过程的工艺子程序，比如用于攻丝或凹槽铣削等。循环在用于各种具体加工过程时只要定义参数就可以。

本章介绍的循环和SINUMERIK840D/810D中的相同。

钻孔循环，钻孔样式循环和铣削循环

使用控制系统SINUMERIK 802Dsl可以执行下列标准循环:

- 钻孔循环

CYCLE81	钻孔，定心
CYCLE82	钻孔，锪平面
CYCLE83	钻深孔
CYCLE84	刚性攻丝
CYCLE840	带补偿卡盘攻丝
CYCLE85	铰孔1（镗孔1）
CYCLE86	镗孔（镗孔2）
CYCLE87	带停止钻孔1（扩孔3）
CYCLE88	带停止钻孔2（镗孔4）
CYCLE89	铰孔2（扩孔5）

在SINUMERIK840D中，镗孔循环CYCLE85···CYCLE89称为镗孔1···镗孔5，但它们的功能与SINUMERIK802D的完全相同。

- 钻孔样式循环

HOLES1	孔列
HOLES2	圆周孔

- 铣削循环

CYCLE71	端面铣
CYCLE72	轮廓铣削
CYCLE76	矩形轴颈铣削

CYCLE77	圆形轴颈铣削
LONGHOLE	长方形槽
SLOT1	圆上切槽
SLOT2	圆周切槽
POCKET3	矩形凹槽（使用任意铣刀）
POCKET4	圆形凹槽（使用任意铣刀）
CYCLE90	螺纹铣削

这些循环由工具盒提供。当控制系统启动时，循环程序通过RS232接口载入零件程序存储器中。

辅助循环子程序

循环包中包含以下辅助子程序:

- cyclesm.spf
- steigung.spf和
- 信息.spf

这些子程序必须始终载入系统中。

9.2 编程循环

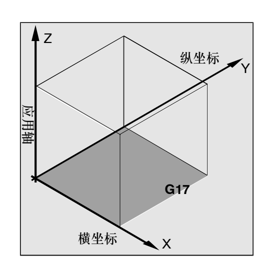
调用和返回条件

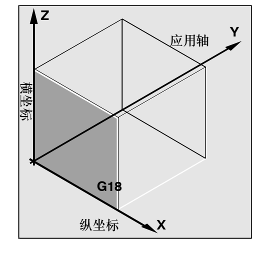
G功能和可编程偏移在循环调用前后一直有效。

循环调用前，必须定义加工平面（G17、G18、G19）。在当前平面中，循环使用以下轴运行:

- 平面的第一轴（横坐标）
- 平面的第二轴（纵坐标）
- 钻孔轴进给轴，垂直于平面的第三轴（应用）

对于钻孔循环，钻孔操作由垂直于当前平面的坐标轴来完成。铣削时，深度进给也由该轴完成。





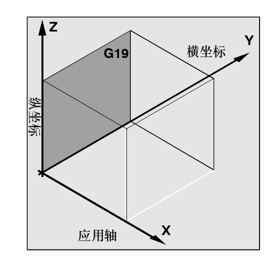


图 9-1 平面和轴分布

表 9-1 平面和轴分布

命令	平面	垂直进给轴
G17	X/Y	Z
G18	Z/X	Y
G19	Y/Z	X

循环执行时的信息输出

在一些循环过程中，系统屏幕上会出现表示加工状态的信息。

这些信息不会影响程序执行并将持续显示直至下一条信息出现。

信息内容和含义与它所表示的循环列在一起。9.7.4节中列出了所有相关信息的概要。

循环执行时显示程序段

循环执行时当前程序段中显示循环调用。

循环调用 和参数列表

调用循环时，有关循环的定义参数可以通过参数列表传输。

说明

循环调用始终要求编程在一个程序段中。

标准循环参数赋值的基本说明

编程说明中介绍了每个循环的参数列表的

- 顺序和
- 类型

必须遵守参数定义的顺序。

一个循环的每个定义参数具有特定的数据类型。当循环调用时，必须注意需要使用的参数类型。在参数列表中，可以传输

- R参数（只允许数字值）
- 恒量

如果在参数列表中使用了R参数，这些参数必须在调用程序中最先赋值。循环调用可以通过

- 使用不完整的参数列表
- 或在忽略参数的情况下

进行。

如果要排除写入调用程序中的最后的传输参数，可以使用“)”预先终止参数列表。如果要在程序中省略参数，使用逗号“...,...”来占有空间。

除非循环产生错误响应，否则无需使用规定的值域来对参数值进行合理性检查。

调用循环时，如果参数表中包含比循环中定义的参数数量多的条目，会显示通用NC报警12340“过多参数”，且不执行循环。

循环调用

每个循环的编写方法显示在各个循环的编程示例中。

循环模拟

模拟时可以先测试具有循环调用的程序。

模拟时，在屏幕上可以看见循环的运动过程。

9.3 程序编辑器中图形循环支持

系统中的程序编辑器可以帮助在程序中添加调用循环以及输入参数。

功能

循环支持包括三个部分:

6. 循环选择
7. 参数赋值的输入屏幕格式
8. 每个循环的帮助显示（位于输入屏幕）

所需文件概述

以下文件构成了循环支持的基础:

- cov.com
- sc.com

说明

这些文件必须始终载入系统中。它们将在控制系统的调试时被载入。

循环选择的操作

如果在程序中添加循环调用，依次执行以下步骤:

- 在水平软键区域，使用软键“**钻削**”或“**铣削**”可以获得各个循环。
- 使用垂直键直至出现具有正确帮助信息的输入屏幕格式，然后选择循环。
- 然后输入参数值。
  参数值即可以直接输入（数字值）或间接输入（R参数，如，R27，或是包含R参数的表达式，如：R27+10）。
  如果输入的是数字值，则检查该值是否在允许范围内。
- 使用转换键选择一些仅有几个值可供选择的参数。
- 对于钻孔循环，也可以使用垂直软键“**模态调用**”调用循环模式。
  如果要取消选择模式调用，在列表中选择用于钻孔循环的“**取消模态**”。
- 按“**确定**”键确认（或出错时按“**取消**”）。

重新编译

程序代码的重新编译是使用循环支持对现有的程序进行修改。

将光标置于需修改的行，然后按软键“**重新编译**”。

这将重新打开创建程序的输入屏幕格式，然后可以修改并接收它的值。

9.4 钻孔循环

9.4.1 一般规则

钻孔循环是用于钻孔，镗孔，攻丝，按照DIN66025定义的动作顺序进行。

这些循环以具有定义的名称和参数表的子程序的形式来调用。

用于镗孔的循环有五个。它们包括不同的技术程序，因此具有不同的参数值。

表 9-2

镗孔循环		特殊的参数特性
铰孔1	CYCLE85	按不同进给率钻孔和返回
镗孔	CYCLE86	定位主轴停止，返回路径定义，按快速进给返回，主轴旋转方向定义
带停止钻孔1	CYCLE87	到达钻孔深度时主轴停止M5且程序停止M0；NC_快速启动、定义主轴的旋转方向后继续
带停止钻孔2	CYCLE88	与CYCLE87 plus钻孔深度的停留时间
铰孔2	CYCLE89	按相同进给率钻孔和返回

钻孔循环可以是模态的，即在包含动作命令的每个程序块的末尾执行这些循环。用户写的其它循环也可以按模态调用（参见第8.1.6或者章节9.3）。

有两种类型的参数:

- 几何参数和
- 加工参数

用于所有的钻孔循环、钻孔样式循环和铣削循环的几何参数是一样的。它们定义参考平面和返回平面，以及安全间隙和绝对或相对的最后钻孔深度。在首次钻孔循环CYCLE81中几何参数只赋值一次。

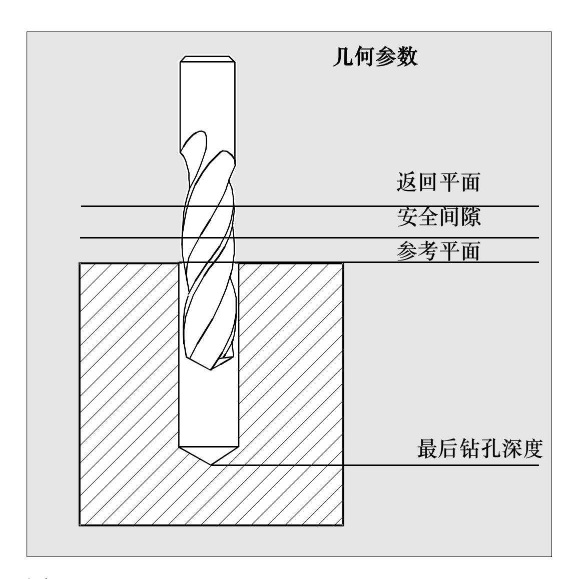


图 9-2

加工参数在各个循环中具有不同的含义和作用。因此它们在每个循环中单独编程。

9.4.2 前提条件

调用和返回条件

钻孔循环是独立于具体轴名称而编程的。循环调用之前，在前部程序必须使之到达钻孔位置。

如果在钻孔循环中没有定义，则必须在零件程序中给定进给率，主轴速度和主轴旋转方向的值。

循环调用之前，有效的G功能和当前数据组在循环之后仍然有效。

平面定义

钻孔循环时，通常通过选择平面G17、G18或G19并激活可编程的偏移来定义进行加工的当前的工件坐标系。钻孔轴始终是垂直于当前平面的坐标系的轴。

循环调用前必须选择刀具长度补偿。它的作用是始终与所选平面垂直并保持有效，即使在循环结束后。

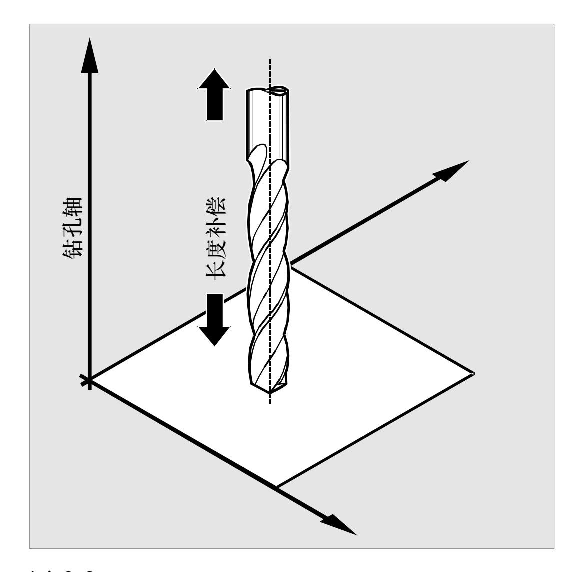


图 9-3

停留时间编程

钻孔循环中的停留时间参数始终分配给F字且值必须为秒。任何不同于此程序的偏差必须明确说明。

9.4.3 钻削、中心钻孔-CYCLE81

编程

CYCLE81(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR)

表 9-3 CYCLE81参数

RTP	实数	返回平面（绝对）
RFP	实数	参考平面（绝对值）
SDIS	实数	安全间隙（输入时不带正负号）
DP	实数	最后钻孔深度（绝对值）
DPR	实数	相对于参考平面的最后钻孔深度（输入时不带正负号）

功能

刀具按照编程的主轴速度和进给率进行钻孔，直至达到最后钻孔深度。

工作流程

循环启动前到达位置:

钻孔位置在所选平面的两个进给轴中。

循环形成以下动作顺序:

使用G0回到安全间隙之前的参考平面。

- 按循环调用前所编程的进给率（G1）移动到最后的钻孔深度。
- 使用G0返回到返回平面。

参数说明

RFP和RTP（参考平面和返回平面）

通常，参考平面（RFP）和返回平面（RTP）具有不同的值。在循环中，返回平面定义在参考平面之前。这说明从返回平面到最后钻孔深度的距离大于参考平面到最后钻孔深度间的距离。

SDIS（安全间隙）

安全间隙作用于参考平面。参考平面由安全间隙产生。
安全间隙作用的方向由循环自动决定。

DP和DPR（最后钻孔深度）

最后钻孔深度可以定义成参考平面的绝对值或相对值。

相对值定义时，循环将使用参考平面和返回平面的位置自动计算出深度。

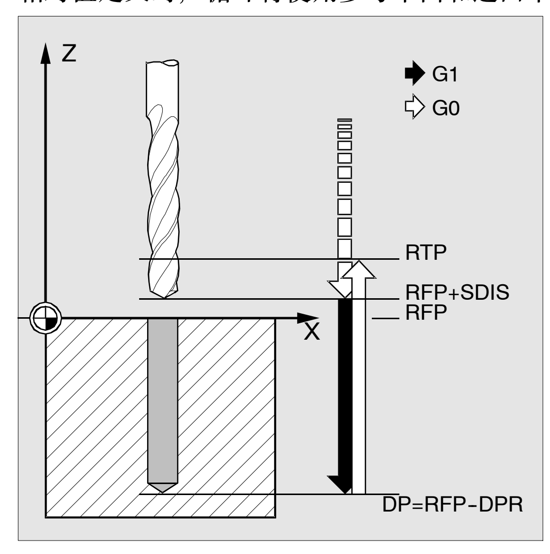


图 9-4

其它说明

如果一个值同时输入给DP和DPR，最后钻孔深度则来自DPR。如果该值不同于由DP编程的绝对值深度，

在信息栏会出现“深度：符合相对深度值”。

如果参考平面和返回平面的值相同，不允许深度的相对值定义。将输出错误信息

61101“参考平面定义不正确”且不执行循环。如果返回平面在参考平面后，即到最后钻孔深度的距离更小时，也会输出此错误信息。

编程举例：钻孔_中心孔

使用此钻孔循环CYCLE81可以钻3个孔。可使用不同的参数调用它。钻孔轴始终为Z轴。

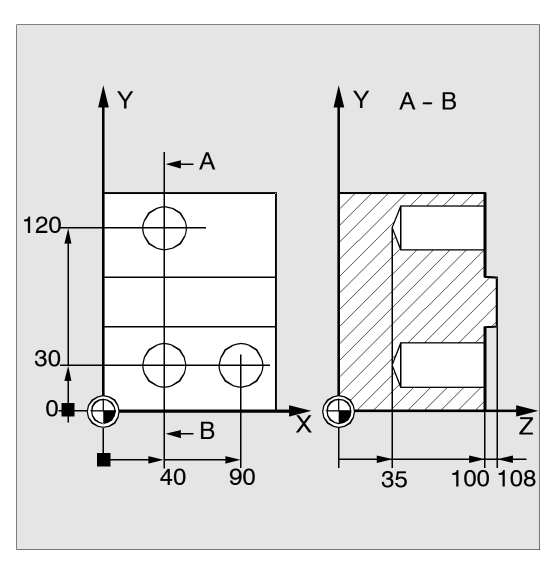


图 9-5

N10 G0 G17 G90 F200 S300 M3	工艺值的规定
N20 D3 T3 Z110	回到返回平面
N30 X40 Y120	返回首次钻孔位置
N40 CYCLE81(110, 100, 2, 35)	使用绝对最后钻孔深度、安全间隙以及不完整的参数表调用循环
N50 Y30	移到下一个钻孔位置
N60 CYCLE81(110, 102, , 35)	无安全间隙调用循环
N70 G0 G90 F180 S300 M03	工艺值的规定
N80 X90	移到下一个位置

N90 CYCLE81(110, 100, 2, , 65)	使用相对最后钻孔深度、安全间隙调用循环
N100 M02	程序结束

9.4.4 钻孔，锪平面-CYCLE82

编程

CYCLE82(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB)

参数

表 9-4 CYCLE82参数

RTP	实数	返回平面（绝对）
RFP	实数	参考平面（绝对值）
SDIS	实数	安全间隙（输入时不带正负号）
DP	实数	最后钻孔深度（绝对值）
DPR	实数	相对于参考平面的最后钻孔深度（输入时不带正负号）
DTB	实数	最后钻孔深度时的停留时间（断屑）

功能

刀具按照编程的主轴速度和进给率进行钻孔，直至达到最后钻孔深度。到达最后钻孔深度时允许停留时间。

工作流程

循环启动前到达位置:

钻孔位置在所选平面的两个进给轴中。

循环形成以下动作顺序:

- 使用G0回到安全间隙之前的参考平面。
- 按循环调用前所编程的进给率（G1）移动到最后的钻孔深度。
- 在最后钻孔深度处的停留时间。
- 使用G0返回到返回平面。

参数说明

对于参数RTP、RFP、SDIS、DP、DPR，参见CYCLE81。

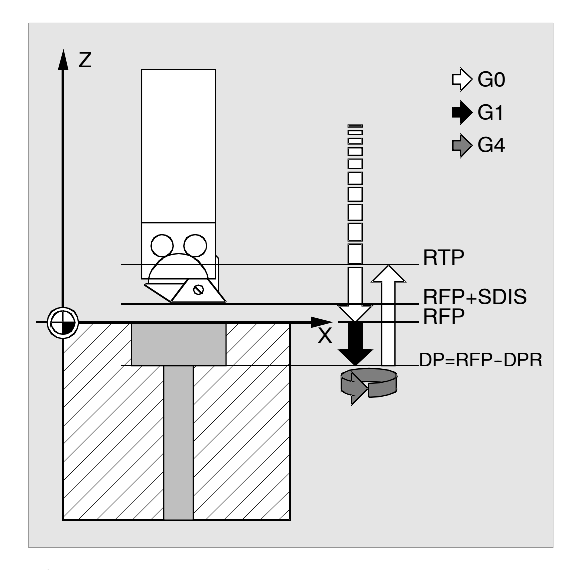


图 9-6

DTB（停留时间）

DTB编程了到达最后钻孔深度的停留时间（断屑），单位为秒。

说明

如果一个值同时输入给DP和DPR，最后钻孔深度则来自DPR。如果该值不同于由DP编程的绝对值深度，在信息栏会出现“深度：符合相对深度值”。

如果参考平面和返回平面的值相同，不允许深度的相对值定义。将输出错误信息61101“参考平面定义不正确”且不执行循环。如果返回平面在参考平面后，即到最后钻孔深度的距离更小时，也会输出此错误信息。

编程举例：钻孔_锪平面

使用CYCLE82，程序在XY平面中的X24 Y15处加工一个深27毫米的单孔。

编程的停留时间是2秒，钻孔轴Z轴的安全间隙是4毫米。

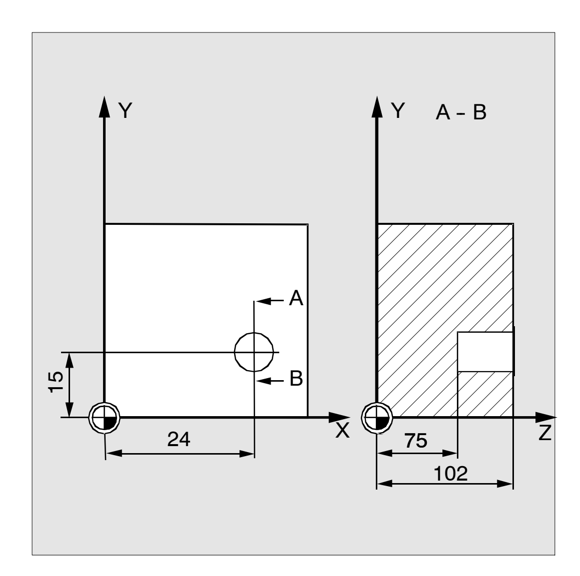


图 9-7 举例

N10 G0 G17 G90 F200 S300 M3	工艺值的规定
N20 D1 T10 Z110	回到返回平面
N30 X24 Y15	返回钻孔位置
N40 CYCLE82(110, 102, 4, 75, , 2)	具有最后钻孔深度绝对值和安全间隙的循环调用
N50 M02	程序结束

9.4.5 钻深孔-CYCLE83

编程

CYCLE83(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, FDEP, FDPR, DAM, DTB, DTS, FRF, VARI)

参数

表 9-5 CYCLE83的参数

RTP	实数	返回平面（绝对）
RFP	实数	参考平面（绝对值）
SDIS	实数	安全间隙（输入时不带正负号）
DP	实数	最后钻孔深度（绝对值）
DPR	实数	相对于参考平面的最后钻孔深度（输入时不带正负号）
FDEP	实数	起始钻孔深度（绝对值）
FDPR	实数	相当于参考平面的起始钻孔深度（输入时不带正负号）
DAM	实数	递减量（输入时不带正负号）
DTB	实数	最后钻孔深度时的停留时间（断屑）
DTS	实数	起始点处和用于排屑的停留时间
FRF	实数	起始钻孔深度的进给系数（输入时不带正负号）值域: 0.001...1
VARI	整数	加工方式: 断屑=0 排屑=1

功能

刀具按照编程的主轴速度和进给率进行钻孔，直至达到最后钻孔深度。

钻深孔是通过多次执行最大可定义的进给深度并逐步增加直至到达最后钻孔深度来实现的。

钻头可以在每次进给深度完以后退回到参考平面+安全间隙用于排屑，或者每次退回1毫米用于断屑。

工作流程

循环启动前到达位置:

钻孔位置在所选平面的两个进给轴中。

循环形成以下动作顺序:

钻深孔排屑（VARI=1）:

- 使用G0回到安全间隙之前的参考平面。
- 使用G1移动到起始钻孔深度，进给率来自程序调用中的进给率，它取决于参数FRF（进给系数）。
- 在最后钻孔深度处的停留时间（参数DTB）。
- 使用G0返回到安全间隙之前的参考平面，用于排屑。
- 起始点的停留时间（参数DTS）。
- 使用G0回到上次到达的钻孔深度，并保持预留量距离。
- 使用G1钻削到下一个钻孔深度（持续动作顺序直至到达最后钻孔深度）。
- 使用G0返回到返回平面。

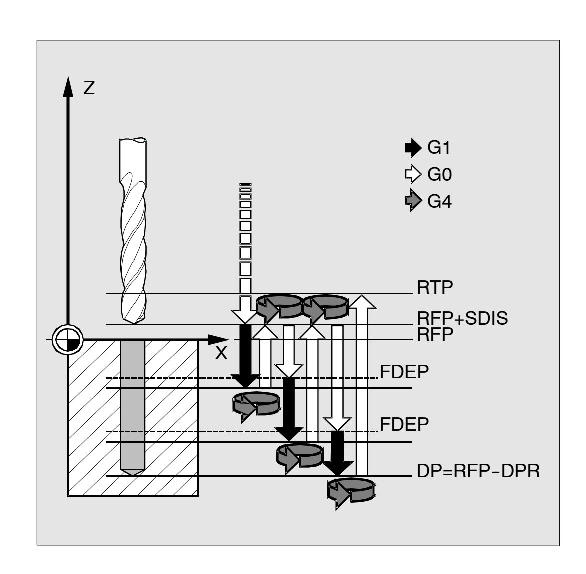


图 9-8　　钻深孔排屑（VARI=1）

钻深孔断屑（VARI=0）:

- 使用G0回到安全间隙之前的参考平面。
- 用G1钻孔到起始深度，进给率来自程序调用中的进给率，它取决于参数FRF（进给系数）。
- 在最后钻孔深度处的停留时间（参数DTB）。
- 使用G1从当前钻孔深度后退1毫米，采用调用程序中的编程的进给率（用于断屑）。
- 用G1按所编程的进给率执行下一次钻孔切削（该过程一直进行下去，直至到达最终钻削深度）。
- 使用G0返回到返回平面。

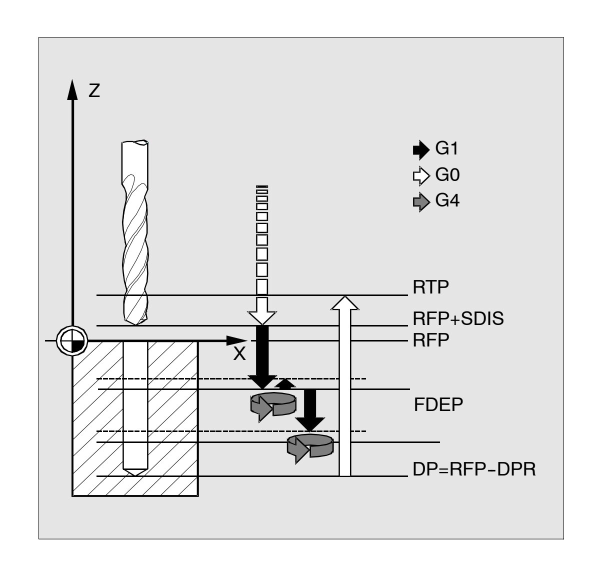


图 9-9 钻深孔排屑（VARI=0）

参数说明

对于参数RTP、RFP、SDIS、DP、DPR，参见CYCLE81。

参数DP（或DPR）、FDEP（或FDPR）和DAM

中央钻孔深度是以最后钻孔深度，首次钻孔深度和递减量为基础，在循环中按如下方法计算出来的:

- 首先，进行首次钻深，只要不超出总的钻孔深度。
- 从第二次钻深开始，冲程由上一次钻深减去递减量获得的，但要求钻深大于所编程的递减量。
- 当剩余量大于两倍的递减量时，以后的钻削量等于递减量。
- 最终的两次钻削行程被平分，所以始终大于一半的递减量。
- 如果第一次的钻深值和总钻深不符，则输出错误信息61107“首次钻深定义错误”而且不执行循环程序。

参数FDPR和DPR在循环中有相同的作用。如果参考平面和返回平面的值相等，首次钻深则可以定义为相对值。

如果编程的首次钻深大于最终钻深，则不允许超过最终钻深。循环会自动减少首次钻深，只钻一次达到最终钻深。

DTB（停留时间）

DTB编程了到达最后钻孔深度的停留时间（断屑），单位为秒。

DTS（停留时间）

起始点的停留时间只在VARI=1（排屑）时执行。

FRF（进给系数）

对于此参数，可以输入一个有效进给率的缩减系数，该系数只适用于循环中的首次钻孔深度。

VARI（加工方式）

如果参数VARI=0，钻头在每次到达钻深后退回1毫米用于断屑。如果VARI=1（用于排屑），钻头每次移动到安全间隙之前的参考平面。

说明

预期间隙的大小由循环内部计算所得:

- 如果钻深为30毫米，预期间隙的值始终是0.6毫米。
- 对于更大钻深，使用公式钻深/50（最大值7毫米）。

编程举例-钻深孔

在XY平面中的位置X80 Y120和X80 Y60处程序执行循环CYCLE83。首次钻孔时，停留时间为零且加工方式为断屑。最后钻深和首次钻深的值为绝对值。第二次循环调用中编程的停留时间为1秒，选择的加工类型是排屑，最后钻孔深度相对于参考平面。这两种加工下的钻孔轴都是Z轴。

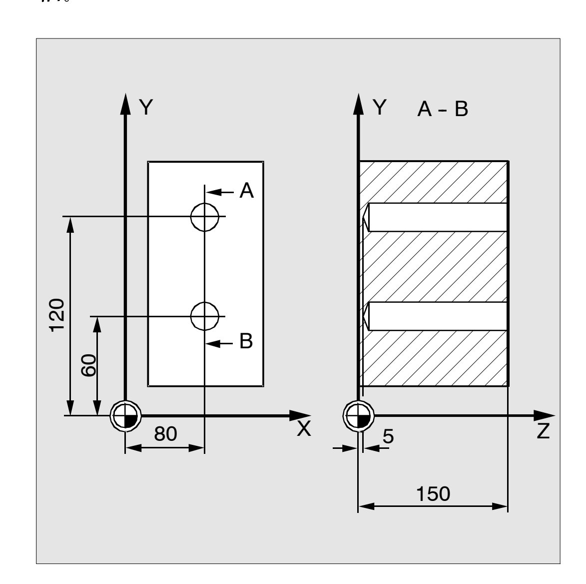


图 9-10

N10 G0 G17 G90 F50 S500 M4	工艺值的规定
N20 D1 T12	回到返回平面
N30 Z155	
N40 X80 Y120	返回首次钻孔位置
N50 CYCLE83(155, 150, 1, 5, 0 , 100, , 20, 0, 0, 1, 0)	调用循环，深度参数的值为绝对值
N60 X80 Y60	移到下一个钻孔位置
N70 CYCLE83(155, 150, 1, , 145, , 50, 20, 1, 1, 0.5, 1)	调用含最后钻孔深度和首次钻孔深度定义的循环。安全间隙为1毫米，进给系数0.5
N80 M02	程序结束

9.4.6 刚性攻丝-CYCLE84

编程

CYCLE84(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, SDAC, MPIT, PIT, POSS, SST, SST1)

参数

表 9-6 CYCLE84的参数

RTP	实数	返回平面（绝对）
RFP	实数	参考平面（绝对值）
SDIS	实数	安全间隙（输入时不带正负号）
DP	实数	最后钻孔深度（绝对值）
DPR	实数	相对于参考平面的最后钻孔深度（输入时不带正负号）
DTB	实数	螺纹深度时的停留时间（断屑）
SDAC	整数	循环结束后的旋转方向 值：3、4或5（用于M3、M4或M5）
MPIT	实数	螺距作为螺纹尺寸（有符号） 数值范围3（用于M3）...48（用于M48）;符号决定了在螺纹中的旋转方向
PIT	实数	螺距作为数值（有符号） 数值范围：0.001...2000.000毫米）;符号决定了在螺纹中的旋转方向
POSS	实数	循环中定位主轴停止的位置（以度为单位）
SSTs	实数	攻丝速度
SST1	实数	退回速度

功能

刀具以编程的主轴速度和进给率钻孔，直至到达所定义的最后螺纹深度。

循环CYCLE84可以用于不带补偿夹具的攻丝。对于带补偿夹具的攻丝，可以使用另外的循环CYCLE840。

说明

只有用于镗孔操作的主轴在技术上可以进行位置控制，才能使用CYCLE84。

工作流程

循环启动前到达位置:

钻孔位置在所选平面的两个进给轴中。

循环形成以下动作顺序:

- 使用G0回到安全间隙之前的参考平面。
- 定位主轴停止（值在参数POSS中）以及将主轴转换为进给轴模式。
- 攻丝至最终钻孔深度，速度为SST。
- 螺纹深度处的停留时间（参数DTB）。
- 退回到安全间隙前的参考平面，速度为SST1且方向相反。
- 使用G0退回到返回平面；通过在循环调用前重新编程有效的主轴速度以及SDAC下编程的旋转方向，从而改变主轴模式。

参数说明

对于参数RTP、RFP、SDIS、DP、DPR，参见CYCLE81。

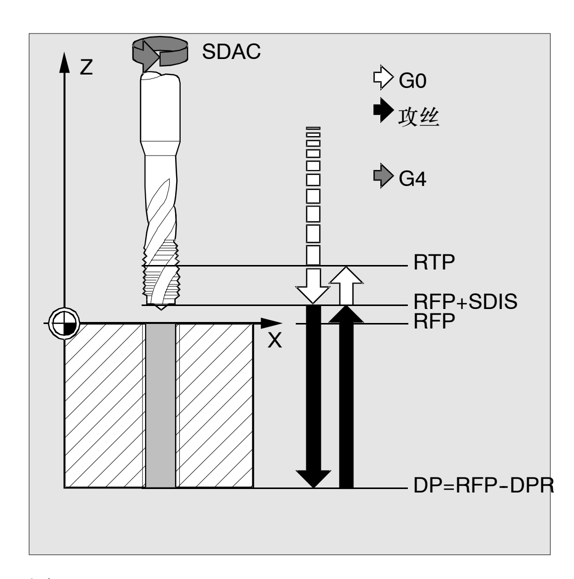


图 9-11

DTB（停留时间）

停留时间以秒编程。钻螺纹孔时，建议忽略停留时间。

SDAC（循环结束后的旋转方向）

在SDAC下编程了循环结束后的旋转方向。
在循环内部自动执行攻丝时的反方向。

MPIT和PIT（以螺距作为螺纹尺寸和数值）

可以将螺纹螺距的值定义为螺纹大小（公称螺纹只在M3和M48之间）或一个值（螺纹之间的距离作为数值）。不需要的参数在调用中省略或赋值为零。

右旋螺纹或左旋螺纹由螺距参数符号定义:

- 正值→右螺纹（如M3）
- 负值→左螺纹（如M4）

如果两个螺纹螺距参数的值有冲突，循环将产生报警61001“螺纹螺距错误”且循环中断。

POSS（主轴位置）

攻丝前，使用命令SPOS 使主轴停止在循环中定义的位置并转换成位置控制。
POSS设定主轴的停止位置。

SST（速度）

参数SST包含了用于攻丝程序G331的主轴速度。

SST1（退回速度）

在SST1下编程了从已攻丝处退回的速度。
如果该参数的值为零，则按照SST下编程的速度退回。

说明

循环中攻丝时的旋转方向始终自动颠倒。

编程举例：刚性攻丝

在XY平面中的位置X30 Y35处进行不带补偿夹具的刚性攻丝；攻丝轴是Z轴。未编程停留时间；编程的深度值为相对值。必须给旋转方向参数和螺距参数赋值。被加工螺纹公称直径为M5。

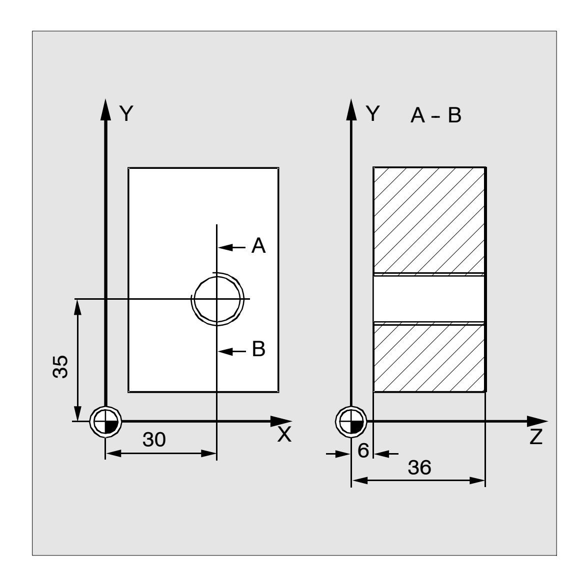


图 9-12

N10 G0 G90 T11 D1	工艺值的规定
N20 G17 X30 Y35 Z40	返回钻孔位置
N30 CYCLE84(40, 36, 2, , 30, , 3, 5, , 90, 200, 500)	循环调用;已忽略PIT参数;未给绝对深度或停留时间输入数值;主轴在90度位置停止;攻丝速度是200，退回速度是500
N40 M02	程序结束

9.4.7 带补偿夹具的攻丝-CYCLE840

编程

CYCLE840（RTP、RFP、SDIS、DP、DPR、DTB、SDR、SDAC、ENC、MPIT、PIT、AXN）

参数

表 9-7 CYCLE840的参数

RTP	实数	返回平面（绝对）
RFP	实数	参考平面（绝对值）
SDIS	实数	安全间隙（输入时不带正负号）
DP	实数	最后钻孔深度（绝对值）
DPR	实数	相对于参考平面的最后钻孔深度（输入时不带正负号）
DTB	实数	螺纹深度时的停留时间（断屑）
SDR	整数	退回时的旋转方向 值: 0（旋转方向自动颠倒） 3或4（用于M3或M4）
SDAC	整数	循环结束后的旋转方向 值: 3、4或5（用于M3、M4或M5）
ENC	整数	带/不带编码器攻丝 值: 0=带编码器 1=不带编码器
MPIT	实数	螺距作为螺纹尺寸（有符号） 数值范围3（用于M3）...48（用于M48）
PIT	实数	螺距作为数值（有符号） 数值范围: 0.001...2000.000毫米
AXN	整数	刀具轴
		值: 1 = 平面第一坐标轴 2 = 平面第二坐标轴 其他为平面第三坐标轴

功能

刀具以编程的主轴速度和进给率钻孔，直至到达所定义的最后螺纹深度。

使用此循环，可以进行带补偿夹具的攻丝

- 无编码器和
- 有编码器

无编码器带补偿夹具攻丝

循环启动前到达位置:

钻孔位置在所选平面的两个进给轴中。

循环形成以下动作顺序:

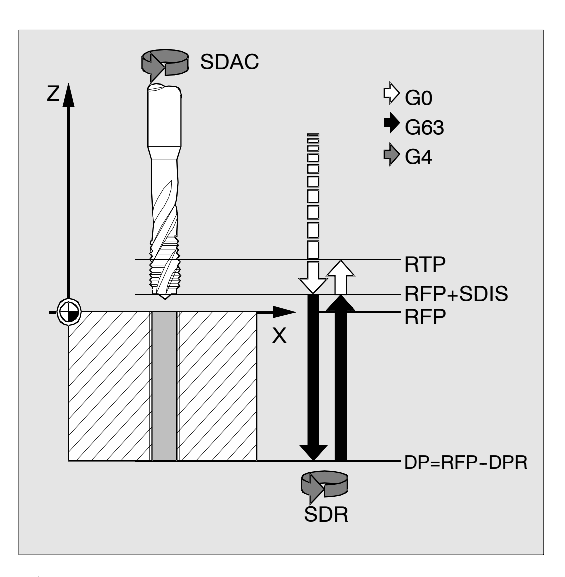


图 9-13

- 使用G0回到安全间隙之前的参考平面。
- 攻丝至最终钻孔深度。
- 螺纹深度处的停留时间（参数DTB）。
- 退回到安全间隙前的参考平面。
- 使用G0返回到返回平面。

有编码器带补偿夹具的攻丝

循环启动前到达位置:

钻孔位置在所选平面的两个进给轴中。

循环形成以下动作顺序:

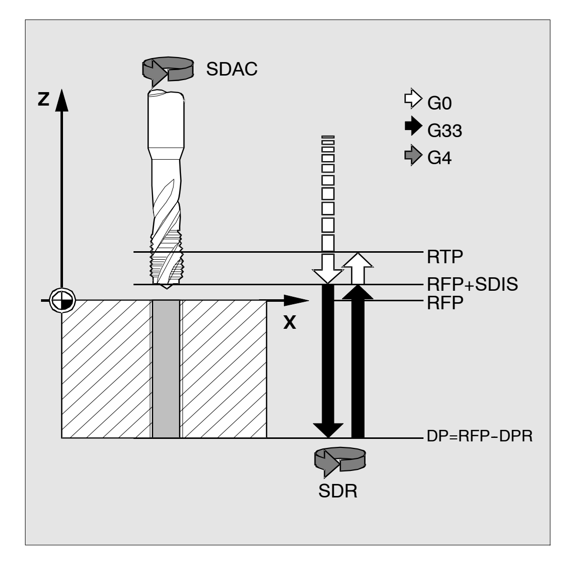


图 9-14

- 使用G0回到安全间隙之前的参考平面。
- 攻丝至最终钻孔深度。
- 螺纹深度处的停留时间（参数DTB）。
- 退回到安全间隙前的参考平面。
- 使用G0返回到返回平面。

参数说明

对于参数RTP、RFP、SDIS、DP、DPR，参见CYCLE81。

DTB（停留时间）

停留时间以秒编程。

SDR（退回时的旋转方向）

如果要使主轴方向自动颠倒，必须设置SDR=0。

如果机床数据定义成无编码器（机床数据MD30200NUM_ENCS为0），参数值必须定义为3或4；否则，将输出报警61202“主轴方向未编程”且循环中断。

SDAC（旋转方向）

因为循环可以模态调用（参见章节9.3），所以需要一个旋转方向用于其他的攻丝。参数SDAC下编程了此方向，该方向和首次调用前在前部程序中编程的旋转方向一致。如果SDR=0，SDAC的值在循环中没有意义，可以在参数化时忽略。

ENC（攻丝）

尽管有编码器存在，如果要进行无编码器攻丝，参数ENC的值必须设为1。

如果没有安装编码器且参数值为0，循环中不考虑编码器。

MPIT和PIT（以螺距作为螺纹尺寸和数值）

如果螺距参数只对带编码器的攻丝有意义。循环通过主轴速度和螺距计算出进给率。

可以将螺纹螺距的值定义为螺纹大小（公称螺纹只在M3和M48之间）或一个值（螺纹之间的距离作为数值）。不需要的参数在调用中省略或赋值为零。

如果两个螺纹螺距参数的值有冲突，循环将产生报警61001“螺纹螺距错误”且循环中断。

其它说明

根据机床数据MD30200 NUM_ENCS中的设定，循环可以选择攻丝时带或不带编码器。

丝杠的旋转方向必须在循环调用之前用M3或M4编程。

在带有G63的螺纹程序块中，进给率修调开关和主轴速度修调开关的值都被限制为100%。

无编码器攻丝时通常需要更长的补偿夹具。

AXN（刀具轴）

下图显示了各个要选择的钻孔轴。

对于G18,

- AXN=1 ;对应Z
- AXN=2 ;对应X
- AXN=3 ;对应Y（如果存在Y轴的话）

通过AXN（钻孔轴编号）可以直接给钻孔轴编程。

AXN=1	平面第一坐标轴
AXN=2	平面第二坐标轴
AXN=3	平面第三坐标轴

例如，为了在G18平面上钻一个定心孔（在Z轴上），可以这样编程:

G18

AXN=1

编程举例：无编码器攻丝

在XY平面中的位置X35 Y35处进行无编码器攻丝；攻丝轴是Z轴。必须给旋转方向参数SDR和SDAC赋值；参数ENC的值为1，深度的值是绝对值。可以忽略螺距参数PIT。加工时使用补偿夹具。

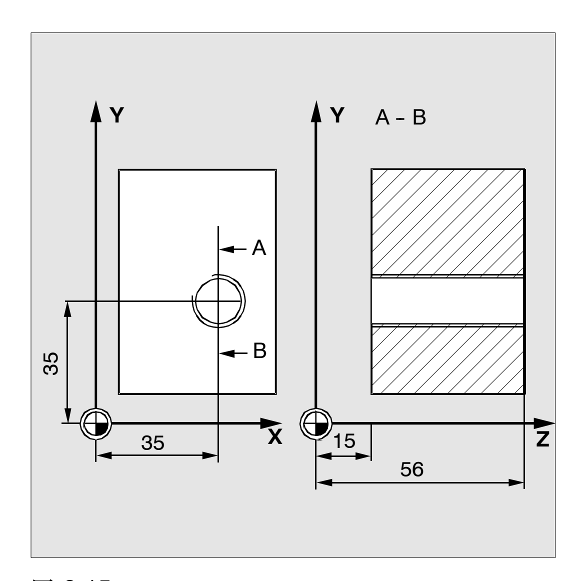


图 9-15

N10 G90 G0 T11 D1 S500M3	工艺值的规定
N20 G17 X35 Y35 Z60	返回钻孔位置
N30 G1 F200	规定轨迹进给率
N40 CYCLE840(59, 56, , 15, 0, 1, 4, 3, 1, ,)	循环调用;停留时间1秒，退回旋转方向M4，循环后旋转方向M3，无安全间隙，已忽略MPIT和PIT参数;
N50 M02	程序结束

举例：带编码器攻丝

此程序用于在XY平面中的位置X35 Y35处的带编码器攻丝。钻孔轴是Z轴。必须定义螺距参数，旋转方向自动颠倒已编程。加工时使用补偿夹具。

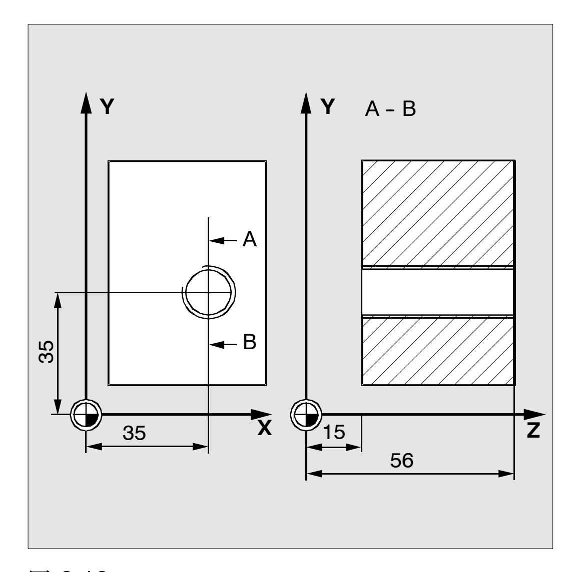


图 9-16

N10 G90 G0 T11 D1 S500 M4	工艺值的规定
N20 G17 X35 Y35 Z60	返回钻孔位置
N30 CYCLE840(59, 56, , 15, 0, 0, 4, 3, 0, 0, 3.5)	循环调用，无安全间隙，绝对深度值已定义
N40 M02	程序结束

9.4.8 铰孔1（扩孔1）-CYCLE85

编程

CYCLE85(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, FFR, RFF)

参数

表 9-8 CYCLE85的参数

RTP	实数	返回平面（绝对）
RFP	实数	参考平面（绝对值）
SDIS	实数	安全间隙（输入时不带正负号）
DP	实数	最后钻孔深度（绝对值）
DPR	实数	相对于参考平面的最后钻孔深度（输入时不带正负号）
DTB	实数	最后钻孔深度时的停留时间（断屑）
FFR	实数	进给率
RFF	实数	退回进给率

功能

刀具按编程的主轴速度和进给率钻孔直至到达定义的最后钻孔深度。

向内向外移动的进给率分别是参数FFR和RFF的值。

工作流程

循环启动前到达位置:

钻孔位置在所选平面的两个进给轴中。

循环形成以下动作顺序:

- 使用G0回到安全间隙之前的参考平面。
- 使用G1并且按参数FFR所编程的进给率钻削至最终钻孔深度。
- 在最后钻孔深度处的停留时间。
- 使用G1返回到安全间隙前的参考平面，进给率是参数RFF中的编程值。
- 使用G0返回到返回平面。

参数说明

对于参数RTP、RFP、SDIS、DP、DPR，参见CYCLE81。

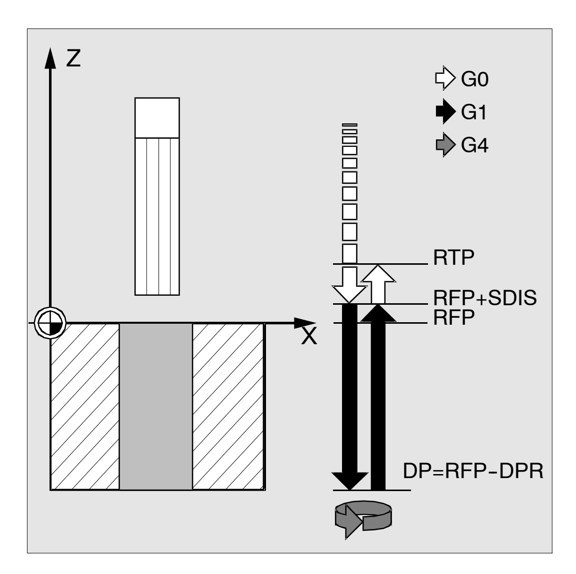


图 9-17

DTB（停留时间）

DTB以秒为单位设定最后钻孔深度时的停留时间。

FFR（进给率）

钻孔时FFR下编程的进给率值有效。

RFF（退回进给率）

从孔底退回到参考平面+安全间隙时，RFF下编程的进给率值有效。

编程举例：首次镗孔

CYCLE85在ZX平面中的Z70 X50处调用。钻孔轴是Y轴。循环调用中最后钻孔深度的值是作为相对值来编程的；未编程停留时间。工件的上沿在Y102处。

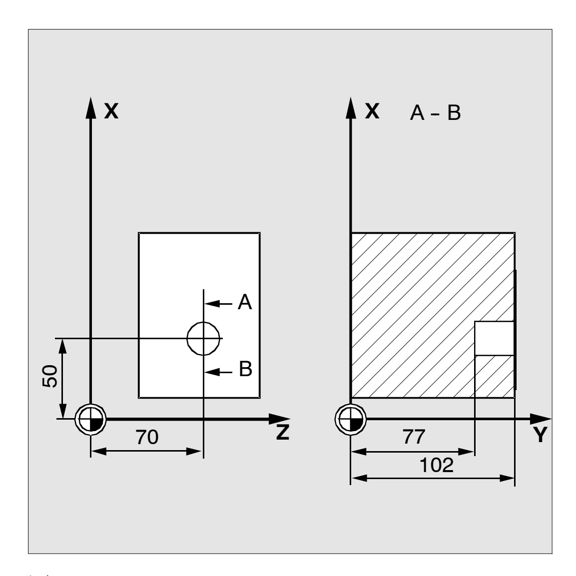


图 9-18

N10 T11 D1	
G1 F200 M3 S200	
N20 G18 Z70 X50 Y105	返回钻孔位置
N30 CYCLE85(105, 102, 2, , 25, , 300, 450)	循环调用;未编程停留时间
N40 M02	程序结束

9.4.9 镗孔（镗孔2）-CYCLE86

编程

CYCLE86(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, SDIR, RPA, RPO, RPAP, POSS)

参数

表 9-9 CYCLE86的参数

RTP	实数	返回平面（绝对）
RFP	实数	参考平面（绝对值）
SDIS	实数	安全间隙（输入时不带正负号）
DP	实数	最后钻孔深度（绝对值）
DPR	实数	相对于参考平面的最后钻孔深度（输入时不带正负号）
DTB	实数	最后钻孔深度时的停留时间（断屑）
SDIR	整数	旋转方向 值: 3（用于M3） 4（用于M4）
RPA	实数	平面中第一轴上的返回路径（增量，带符号输入）
RPO	实数	平面中第二轴上的返回路径（增量，带符号输入）
RPAP	实数	钻孔轴上的返回路径（增量，带符号输入）
POSS	实数	循环中定位主轴停止的位置（以度为单位）

功能

此循环可以用来使用镗杆进行镗孔。

刀具按照编程的主轴速度和进给率进行钻孔，直至达到最后钻孔深度。

镗孔2时，一旦到达钻孔深度，便激活了定位主轴停止功能。然后，主轴从返回平面快速回到编程的返回位置。

工作流程

循环启动前到达位置:

钻孔位置在所选平面的两个进给轴中。

循环形成以下动作顺序:

- 使用G0回到安全间隙之前的参考平面。
- 使用G1和循环调用前编程的进给率移到最终钻孔深度。

- 执行最后钻孔深度处的停留时间。
- 定位主轴停止在POSS下编程的位置。
- 使用G0在三个轴方向上返回。
- 使用G0在钻孔轴方向返回到安全间隙前的参考平面。
- 使用G0退回到返回平面（平面的两个轴方向上的初始钻孔位置）。

参数说明

对于参数RTP、RFP、SDIS、DP、DPR，参见CYCLE81。

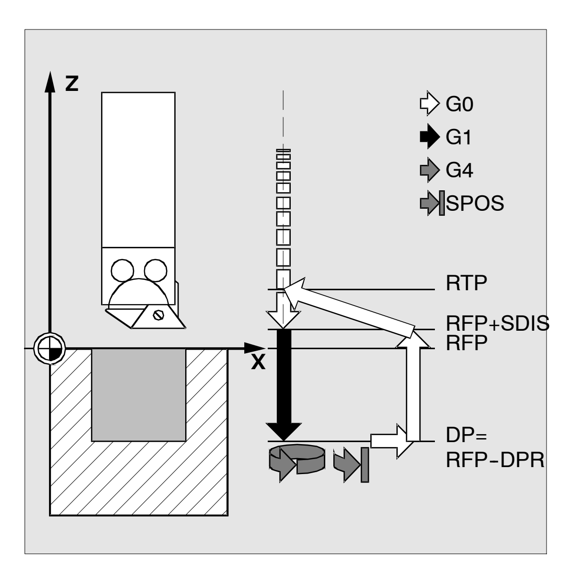


图 9-19

DTB（停留时间）

DTB编程了到达最后钻孔深度的停留时间（断屑），单位为秒。

SDIR（旋转方向）

使用此参数，可以定义循环中进行镗孔时的旋转方向。如果参数的值不是3或4（M3/M4），则产生报警61102 “未编程主轴方向” 且不执行循环。

RPA（第一轴上的返回路径）

使用此参数定义在第一轴上（横坐标）的返回路径，当到达最后钻孔深度并执行了定位主轴停止功能后执行此返回路径。

RPO（第二轴上的返回路径）

使用此参数定义在第二轴上（纵坐标）的返回路径，当到达最后钻孔深度并执行了定位主轴停止功能后执行此返回路径。

RPAP（钻孔轴上的返回路径）

使用此参数定义在钻孔轴上的返回路径，当到达最后钻孔深度并执行了定位主轴停止功能后执行此返回路径。

POSS（主轴位置）

使用POSS编程定位主轴停止的位置，单位为度，该功能在到达最后钻孔深度后执行。

说明

可以使当前有效的主轴停止在某个方向。使用转换参数编程角度值。

如果用于扩孔的主轴在技术上能够执行SPOS指令，则可以使用CYCLE86。

编程举例：镗孔2

在XY平面中的X70Y50处调用CYCLE86。钻孔轴是Z轴。编程的最后钻孔深度值为绝对值，未定义安全间隙。在最后钻孔深度处的停留时间是2秒。工件的上沿在Z110处。在此循环中，主轴以M3旋转并停在45度位置。

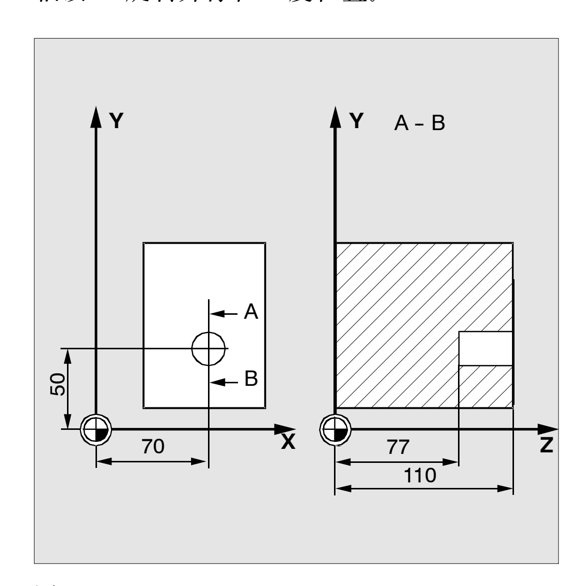


图 9-20

N10 G0 G17 G90 F200 S300 M3	工艺值的规定
N20 T11 D1 Z112	回到返回平面
N30 X70 Y50	返回钻孔位置
N40 CYCLE86(112, 110, , 77, 0, 2, 3, -1, -1, 1, 45)	使用绝对钻孔深度调用循环
N50 M02	程序结束

9.4.10 带停止钻孔1（镗孔3）-CYCLE87

编程

CYCLE87 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, SDIR)

参数

表 9-10 CYCLE87的参数

RTP	实数	返回平面（绝对）
RFP	实数	参考平面（绝对值）
SDIS	实数	安全间隙（输入时不带正负号）
DP	实数	最后钻孔深度（绝对值）
DPR	实数	相对于参考平面的最后钻孔深度（输入时不带正负号）
SDIR	整数	旋转方向 值: 3（用于M3） 4（用于M4）

功能

刀具按照编程的主轴速度和进给率进行钻孔，直至达到最后钻孔深度。

镗孔3时，一旦到达钻孔深度，便激活了不定位主轴停止功能M5，并生成编程停止M0。按NC-START键继续快速返回直至到达返回平面。

工作流程

循环启动前到达位置:

钻孔位置在所选平面的两个进给轴中。

循环形成以下动作顺序:

- 使用G0回到安全间隙之前的参考平面。
- 使用G1和循环调用前编程的进给率移到最终钻孔深度。
- 使用M5主轴停止
- 按NC-START继续
- 使用G0返回到返回平面。

参数说明

对于参数RTP、RFP、SDIS、DP、DPR，参见CYCLE81。

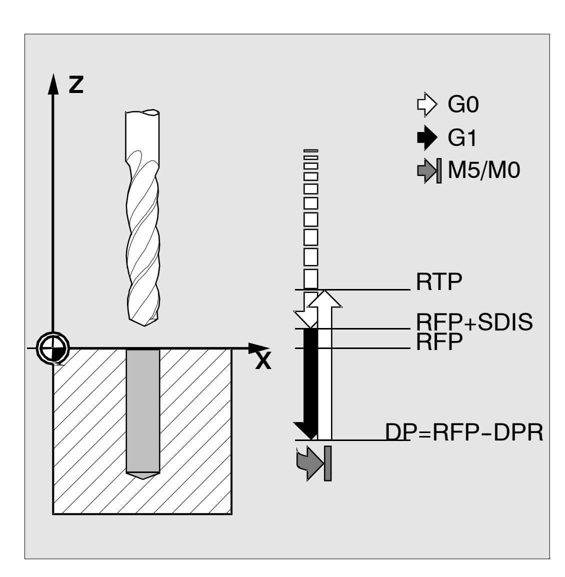


图 9-21

SDIR（旋转方向）

参数决定循环中钻孔的旋转方向。

如果参数的值不是3或4（M3/M4），则产生报警61102“未编程主轴方向”且中断循环。

编程举例：镗孔3

在XY平面中的X70 Y50处调用CYCLE87。钻孔轴是Z轴。最后钻孔深度以绝对值定义。安全间隙为2毫米。

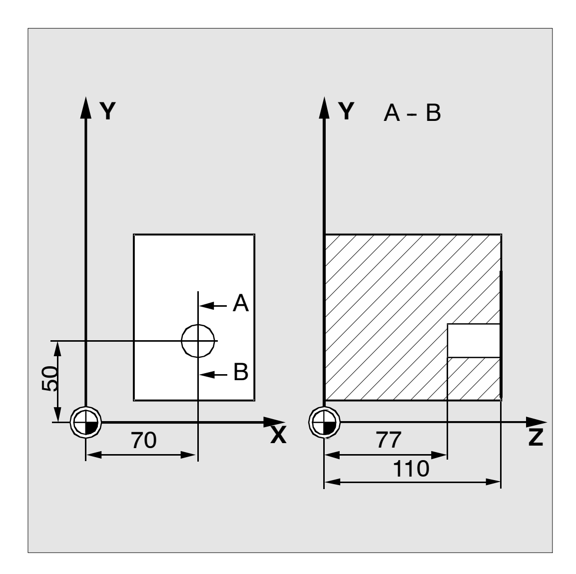


图 9-22

DEF REAL DP, SDIS	参数定义
N10 DP=77 SDIS=2	赋值
N20 G0 G17 G90 F200 S300	工艺值的规定
N30 D3 T3 Z113	回到返回平面
N40 X70 Y50	返回钻孔位置
N50 CYCLE87 (113, 110, SDIS, DP, , 3)	使用编程的主轴旋转方向M3调用循环
N60 M02	程序结束

9.4.11 带停止钻孔2（镗孔4）-CYCLE88

编程

CYCLE88(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, SDIR)

参数

表 9-11 CYCLE88的参数

RTP	实数	返回平面（绝对）
RFP	实数	参考平面（绝对值）
SDIS	实数	安全间隙（输入时不带正负号）
DP	实数	最后钻孔深度（绝对值）
DPR	实数	相对于参考平面的最后钻孔深度（输入时不带正负号）
DTB	实数	最后钻孔深度时的停留时间（断屑）
SDIR	整数	旋转方向 值: 3（用于M3） 4（用于M4）

功能

刀具按编程的主轴速度和进给率钻孔直至到达定义的最后钻孔深度。带停止钻孔时，到达最后钻孔深度时会产生无定向M5的主轴停止和已编程的停止M0。按NC-START键在快速移动时持续退回动作，直到到达返回平面。

工作流程

循环启动前到达位置:

钻孔位置在所选平面的两个进给轴中。

循环形成以下动作顺序:

- 使用G0回到安全间隙之前的参考平面。
- 使用G1和循环调用前编程的进给率移到最终钻孔深度。
- 最后钻孔深度处的停留时间。
- 使用M5 M0主轴和程序停止。程序停止后，按NC-START键。
- 使用G0返回到返回平面。

参数说明

对于参数RTP、RFP、SDIS、DP、DPR，参见CYCLE81。

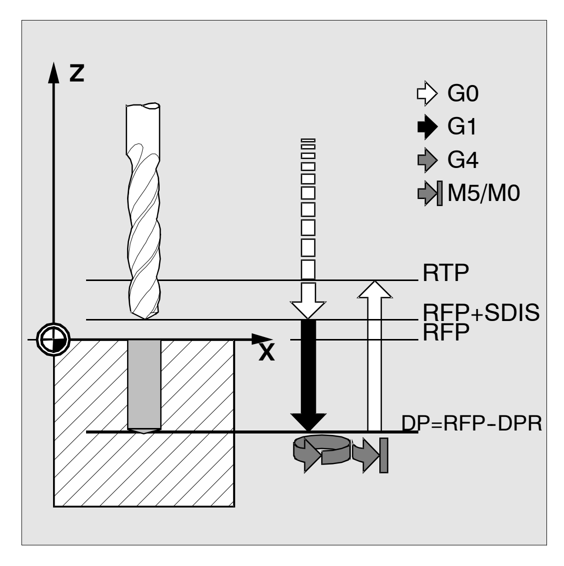


图 9-23

DTB（停留时间）

参数DTB以秒为单位编程了到达最后钻孔深度的停留时间（断屑）。

SDIR（旋转方向）

所编程的旋转方向对于到最后钻孔深度的距离有效。

如果参数的值不是3或4（M3/M4），则产生报警61102“未编程主轴方向”且中断循环。

编程举例：镗孔4

在XY平面中的X80Y90处调用CYCLE88。钻孔轴是Z轴。安全距离编程值是3毫米；最后钻孔深度定义为参考平面的相对值。

M4在循环中有效。

N10 G17 G90 F100 S450	工艺值的规定
N20 G0 X80 Y90 Z105	返回钻孔位置
N30 CYCLE88 (105, 102, 3, , 72, 3, 4)	使用编程的主轴旋转方向M4调用循环
N40 M02	程序结束

9.4.12 铰孔2（镗孔5）-CYCLE89

编程

CYCLE89 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB)

参数

表 9-12 CYCLE89的参数

RTP	实数	返回平面（绝对）
RFP	实数	参考平面（绝对值）
SDIS	实数	安全间隙（输入时不带正负号）
DP	实数	最后钻孔深度（绝对值）
DPR	实数	相对于参考平面的最后钻孔深度（输入时不带正负号）
DTB	实数	最后钻孔深度时的停留时间（断屑）

功能

刀具按照编程的主轴速度和进给率进行钻孔，直至达到最后钻孔深度。如果到达了最后的钻孔深度，编程停留时间有效。

工作流程

循环启动前到达位置:

钻孔位置在所选平面的两个进给轴中。

循环形成以下动作顺序:

- 使用G0回到安全间隙之前的参考平面。
- 使用G1和循环调用前编程的进给率移到最终钻孔深度。
- 执行最后钻孔深度处的停留时间。
- 使用G1和相同的进给率退回到安全间隙前的参考平面。
- 使用G0返回到返回平面。

参数说明

对于参数RTP、RFP、SDIS、DP、DPR，参见CYCLE81。

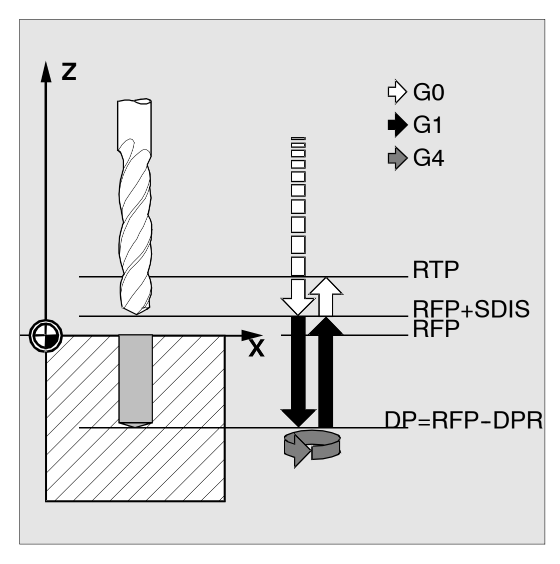


图 9-24

DTB（停留时间）

DTB编程了到达最后钻孔深度的停留时间（断屑），单位为秒。

编程举例：镗孔5

在XY平面的X80 Y90处，调用钻孔循环CYCLE89。安全间隙为5毫米，最后钻孔深度定义为绝对值。钻孔轴是Z轴。

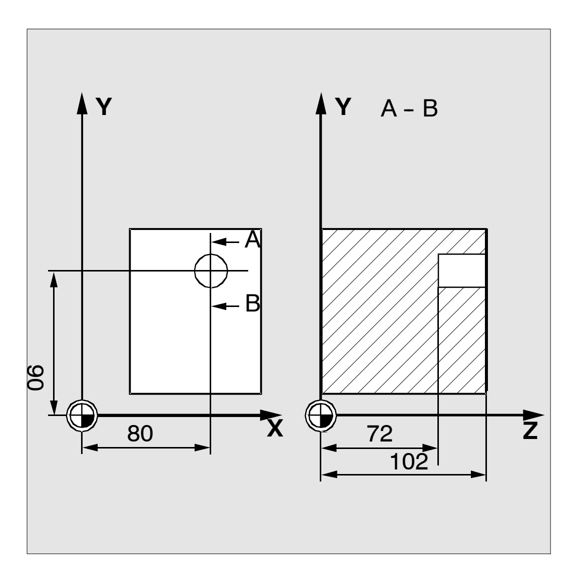


图 9-25

DEF REAL RFP, RTP, DP, DTB	参数定义
RFP=102 RTP=107 DP=72 DTB=3	赋值
N10 G90 G17 F100 S450 M4	工艺值的规定
N20 G0 X80 Y90 Z107	返回钻孔位置
N30 CYCLE89(RTP, RFP, 5, DP, , DTB)	循环调用
N40 M02	程序结束

9.5 钻孔样式循环

钻孔样式循环介绍了所钻孔在平面中的几何分布。在钻孔循环编程之前，通过模态调用此钻孔循环可以建立一个钻孔过程。

9.5.1 前提条件

无钻孔循环调用的钻孔样式循环

钻孔样式循环也可以用于其它用途而不首次调用最先的钻孔循环，因为钻孔样式循环可以实施不参考已使用的钻孔循环的参数化设置。

如果在调用钻孔样式循环之前没有模态调用子程序，则出现错误信息62100“无有效的钻孔循环”。

可以通过按错误响应键来应答此错误信息，并按NC-START键继续执行程序。然后钻孔样式循环将依次回到由输入数据计算出的每个位置而不在这些点上调用子程序。

数量参数为零时的动作

必须定义在钻孔样式中孔的数量。如果在循环调用时的数量参数值为零（或者参数列表中无此参数），则发出报警61103“孔的数量是零”并且循环终止。

检查有限范围的输入值

在钻孔样式循环中，通常无需进行合理性检查。用于定义参数。

9.5.2 排孔-HOLES1

编程

HOLES1 (SPCA, SPCO, STA1, FDIS, DBH, NUM)

参数

表 9-13　　HOLES1的参数

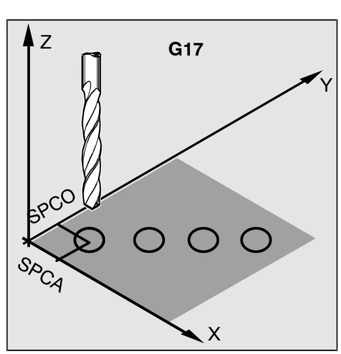
SPCA	实数	直线（绝对值）上一基准点的平面的第一坐标轴（横坐标）
SPCO	实数	此基准点（绝对值）平面的第二坐标轴（纵坐标）
STA1	实数	与平面第一坐标轴（横坐标）的角度值域：-180<STA1<=180度
FDIS	实数	第一个孔到基准点的距离（输入时不带正负号）
DBH	实数	孔间距（输入时不带正负号）
NUM	整数	孔的数量

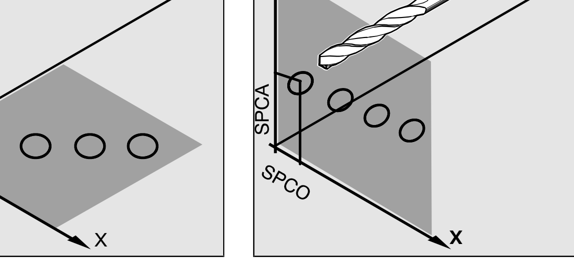
功能

此循环可以用来铣削一排孔。即，沿直线分布的一些孔，或网格孔。孔的类型由已被调用的钻孔循环决定。

工作流程

为了避免不必要的空行程，通过平面轴的实际位置和此排孔的几何分布，循环计算出是从第一孔或是最后一孔开始加工。随后依次快速返回钻孔位置。





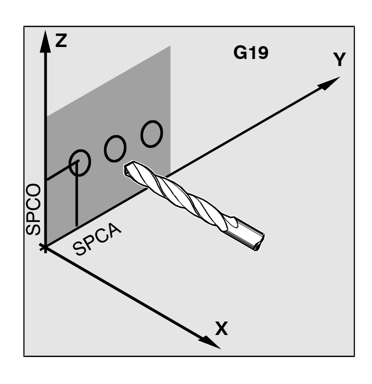


图 9-26

参数说明

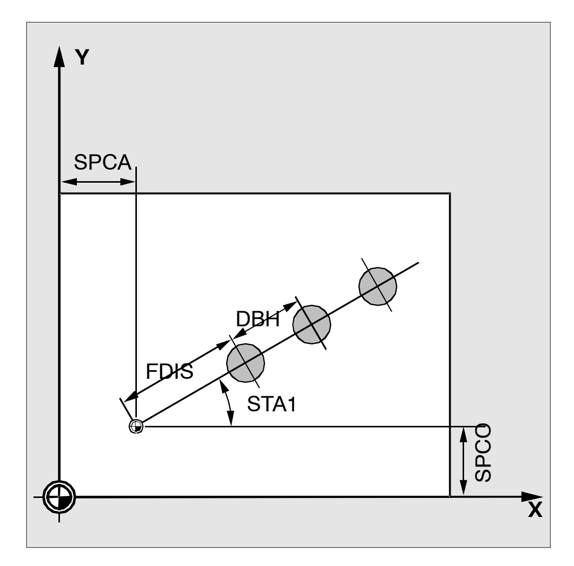


图 9-27

SPCA和SPCO（平面的第一坐标轴和第二坐标轴的基准点）

排孔形成的直线上的某一点定义成基准点，用于计算孔之间的距离。定义了从这一点到第一个孔FDIS的距离。

STA1（角度）

直线可以是平面中的任何位置。它是由SPCA和SPCO定义的点以及直线和循环调用时有效的工件坐标系平面中的第一坐标轴间形成的角度来确定的。角度值以度数输入STA1下。

FDIS和DBH（距离）

使用FDIS来编程第一孔和由SPCA和SPCO定义的参考点间的距离。参数DBH定义了任何两孔间的距离。

NUM（数量）

参数NUM用来定义孔的数量。

编程举例：排孔

使用此程序可以用来加工平行于ZX平面中Z轴的5个螺纹孔并且孔间距是20毫米的排孔。排孔的起始点位于Z20 X30处，第一孔距离此点10毫米。循环HOLES1中介绍了该排孔的几何分布。首先，使用CYCLE82进行钻孔，然后使用CYCLE84（无补偿夹具攻丝）执行攻丝。孔深为80毫米（参考平面和最后钻孔深度间的距离）。

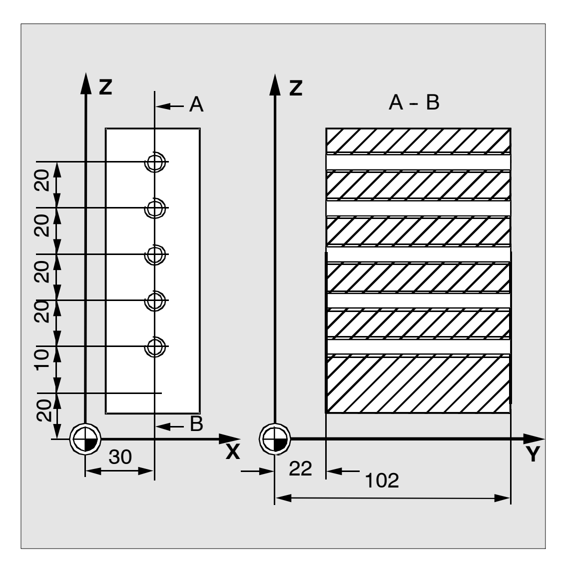


图 9-28

N10 G90 F30 S500 M3 T10 D1	加工步骤的工艺值的规定
N20 G17 G90 X20 Z105 Y30	回到起始位置
N30 MCALL CYCLE82(105, 102, 2, 22, 0, 1)	钻孔循环的模态调用
N40 HOLES1(20, 30, 0, 10, 20, 5)	调用排孔循环，循环从第一孔开始加工，此循环中只回到钻孔位置
N50 MCALL	取消模态调用
...	更换刀具
N60 G90 G0 X30 Z110 Y105	移到第5孔的下一个位置
N70 MCALL CYCLE84 （105, 102, 2, , 22, 0, 3, ， 4.2, , 300, 500）	模态调用攻丝循环
N80 HOLES1(20, 30, 0, 10, 20, 5)	从第5孔开始调用排孔循环
N90 MCALL	取消模态调用
N100 M02	程序结束

编程举例：网格孔

使用此程序来加工网格孔，包括5行，每行5个孔，分布在XY平面中，孔间距为10毫米。网格的起始点在X30 Y20处。

在示例中，R-参数被用作循环的传输参数。

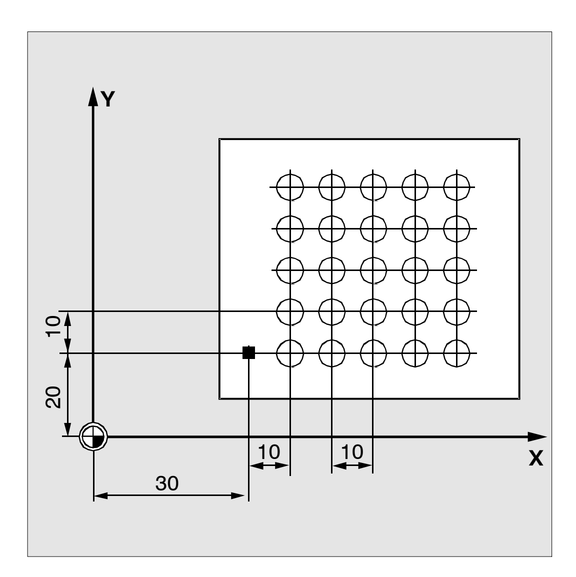


图 9-29

R10=102	参考平面
R11=105	返回平面
R12=2	安全间隙
R13=75	钻孔深度
R14=30	基准点：平面第一坐标轴的排孔
R15=20	基准点：平面第二坐标轴的排孔
R16=0	起始角度
R17=10	第一孔到基准点的距离
R18=10	孔间距
R19=5	每行孔的数量
R20=5	行数
R21=0	行计数
R22=10	行间距

N10 G90 F300 S500 M3 T10 D1	工艺值的规定
N20 G17 G0 X=R14 Y=R15 Z105	回到起始位置
N30 MCALL CYCLE82(R11, R10, R12, R13, 0, 1)	钻孔循环的模态调用
N40 LABEL1:	调用排孔循环
N41 HOLES1(R14, R15, R16, R17, R18, R19)	
N50 R15=R15+R22	计算下一行的Y值
N60 R21=R21+1	增量行计数
N70 IF R21<R20 GOTOB LABEL1	如果条件满足，返回LABEL1
N80 MCALL	取消模态调用
N90 G90 G0 X30 Y20 Z105	回到起始位置
N100 M02	程序结束

9.5.3 圆周孔-HOLES2

编程

HOLES2 (CPA, CPO, RAD, STA1, INDA, NUM)

参数

表 9-14 HOLES2的参数

CPA	实数	圆周孔的圆心（绝对值），平面的第一坐标轴
CPO	实数	圆周孔的圆心（绝对值），平面的第二坐标轴
RAD	实数	圆周孔的半径（输入时不带正负号）
STA1	实数	起始角 值域: –180<STA1<=180度
INDA	实数	增量角度
NUM	整数	孔的数量

功能

使用此循环可以加工圆周孔。加工平面必须在循环调用前定义。

孔的类型由已被调用的钻孔循环决定。

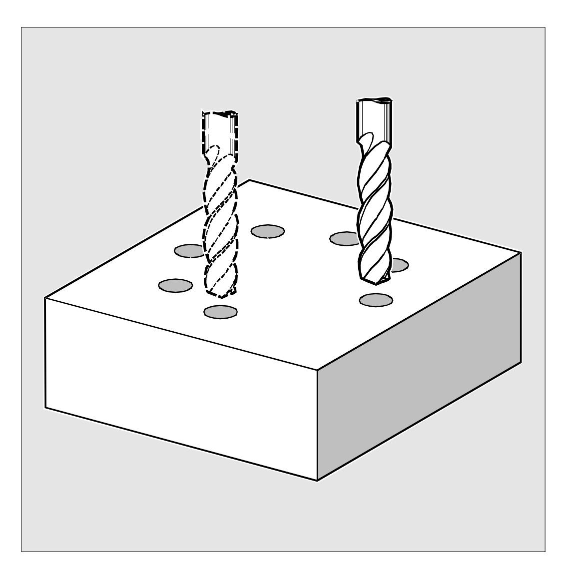


图 9-30

工作流程

在循环中，使用G0依次返回到平面中圆周孔上的钻孔位置。

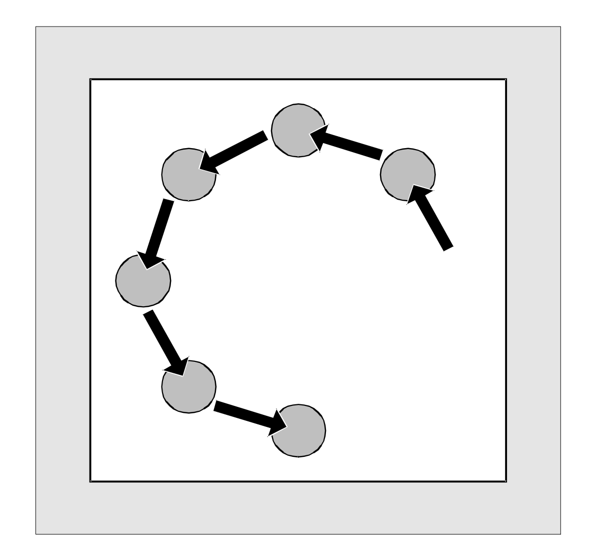


图 9-31

参数说明

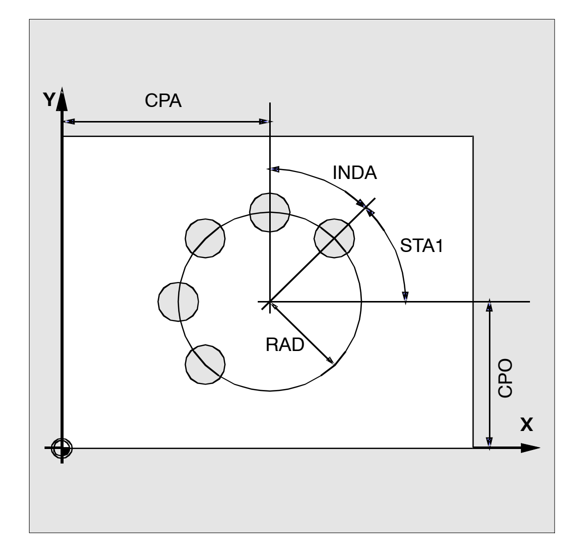


图 9-32

CPA、CPO和RAD（圆心位置和半径）

加工平面中的圆周孔位置是由圆心（参数CPA和CPO）和半径（参数RAD）决定的。半径只允许是正值。

STA1和INDA（起始角和增量角）

通过这些参数，可确定钻孔在圆周孔上的布置情况。

参数STA1定义了循环调用前有效的工件坐标系中第一坐标轴的正方向（横坐标）与第一孔之间的旋转角。参数INDA定义了从一个孔到下一个孔的旋转角。

如果参数INDA的值为零，循环则会根据孔的数量内部算出所需的角度，使之均匀分布在圆弧上。

NUM（数量）

参数NUM定义了孔的数量。

编程举例：圆周孔

该程序使用CYCLE82来加工4个孔，孔深为30毫米。最后钻孔深度定义成参考平面的相对值。圆弧由平面中的圆心X70 Y60和半径42毫米决定。起始角是33度。钻孔轴Z的安全间隙是2毫米。

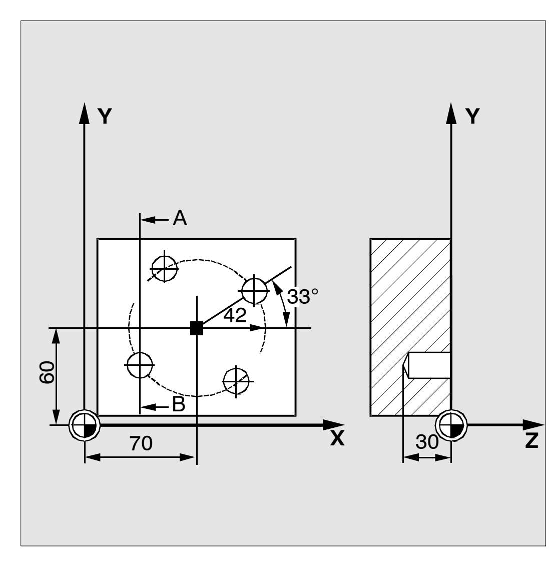


图 9-33

N10 G90 F140 S170 M3 T10 D1	工艺值的规定
N20 G17 G0 X50 Y45 Z2	回到起始位置
N30 MCALL CYCLE82(2, 0, 2, , 30, 0)	钻孔循环的模态调用，无停留时间，未编程DP
N40 HOLES2 (70, 60, 42, 33, 0, 4)	调用圆周孔循环，由于省略了参数INDA，增量角在循环中自动计算
N50 MCALL	取消模态调用
N60 M02	程序结束

9.6 铣削循环

9.6.1 前提条件

调用/返回条件

铣削循环是独立于特定的坐标轴名而编程的。

调用铣削循环之间，必须激活一刀具补偿。

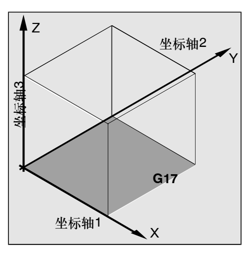
如果在铣削循环中未提供某些参数，必须在零件程序中编程进给率，主轴速度和主轴旋转方向的值。

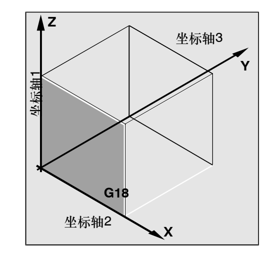
用于铣削样式或待加工凹槽的中心点坐标编程在右旋坐标系中。

循环调用前有效的G功能和当前编程的框架在循环过程中一直有效。

平面定义

铣削循环假定当前的坐标系是通过选择某一平面G17、G18或G19和激活一已编程的框架（如果需要的话）来获得当前坐标系。进给轴始终是该坐标系统的第三轴。





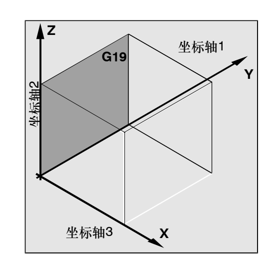


图 9-34 平面和轴分布

有关加工状态的信息

执行铣削循环时，平面上会显示表示加工状态的不同的信息。有以下可能信息:

- “加深孔<号>第一画面正在加工”
- “槽<号>另一画面正在加工”
- “圆周槽<号>最后画面正在加工”

信息文本中的<号>始终表示当前正在加工的画面号。

这些信息不会中断程序运行并且持续显示直到出现下一条信息或循环结束。

9.6.2 端面铣-CYCLE71

编程

CYCLE71(_RTP, _RFP, _SDIS, _DP, _PA, _PO, _LENG, _WID, _STA,_MID, _MIDA, _FDP, _FALD, _FFP1, _VARI, _FDP1)

参数

表 9-15 CYCLE71的参数

_RTP	实数	返回平面（绝对）
_RFP	实数	参考平面（绝对值）
_SDIS	实数	安全间隙（添加到参考平面;无符号输入）
_DP	实数	深度（绝对）
_PA	实数	起始点（绝对值），平面的第一轴
_PO	实数	起始点（绝对值），平面的第二轴
_LENG	实数	第一轴上的矩形长度，增量。 由符号确定开始标注尺寸的角。
_WID	实数	第二轴上的矩形长度，增量。 由符号确定开始标注尺寸的角。
_STA	实数	纵向轴和平面的第一轴间的角度（无符号输入） 值范围: 0° ≤ _STA < 180°
_MID	实数	最大进给深度（无符号输入）
_MIDA	实数	平面中连续加工时作为数值的最大进给宽度（无符号输入）
_FDP	实数	精加工方向上的返回行程（增量，无符号输入）
_FALD	实数	深度的精加工大小（增量，无符号输入）
_FFP1	实数	端面加工进给率
_VARI	整数	加工类型（无符号输入） 个位数 值: 1粗加工 2精加工 十位数 值: 1在一个方向平行于平面的第一轴 2在一个方向平行于平面的第二轴 3平行于平面的第一轴 4平行于平面的第二轴，方向可交替
_FDP1	实数	在平面的进给方向上越程（增量，无符号输入）

功能

使用CYCLE71可以切削任何矩形端面。循环识别粗加工（分步连续加工端面直至精加工）和精加工（端面的一次彻底加工）。可以定义最大宽度和深度进给率。

循环运行时不带刀具半径补偿。深度进给在开口处进行。

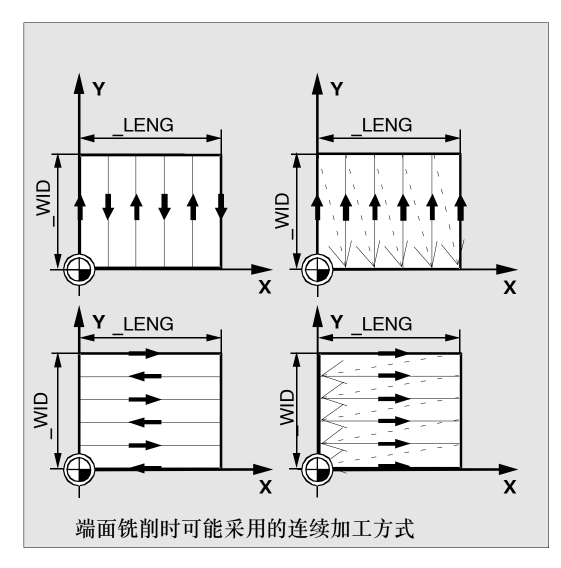


图 9-35

工作流程

循环启动前到达位置:

起始位置可以是任意位置，只需从该位置出发可以无碰撞地回到返回平面的槽中心点。

循环形成以下动作顺序:

- 使用G0回到当前位置高度的进给点，然后从该位置仍然使用G0回到安全间隙前的参考平面。然后，同样用G0，在加工平面上进刀。可以使用G0，因为在开口处可以进行进给。可以采用不同的连续加工方式（在轴的一个方向或来回摆动）。
- 粗加工时的动作顺序:

  根据参数_DP，_MID和_FALD的编程值，可以在不同的平面中进行端面铣削。从上而下进行加工，即每次切除一平面后在开口处进行下一个深度进给（参数_FDP）。平面中连续加工的进给路径取决于参数_LENG，_WID，_MIDA，_FDP，_FDP1的值和有效刀具的半径。

加工最初路径时，应始终保证进给深度和_MIDA的值完全一致，以便进给宽度不大于最大允许值。这样刀具中心点不会始终在边缘上进给（仅当_MIDA=刀具半径时）。刀具进给时超出边缘的尺寸始终等于刀具半径－_MIDA的值，即使只进行一次端面切削，即端面宽度+越程小于_MIDA。内部计算宽度进给的其它路径以便能够获得统一的路径宽度（<=_MIDA）。

- 精加工时的动作顺序:

  精加工时，端面只在平面中切削一次。这表示在粗加工时必须选择精加工余量，以便剩余深度可以使用精加工刀具一次加工完成。

  每次端面切削后，刀具将退回。返回行程编程在参数_FDP中。
  在一个方向加工时，刀具将在一个方向的返回行程为精加工余量+安全间隙，并快速回到下一起始点。

  在一个方向粗加工时，刀具将返回到计算的进给+安全间隙位置。深度进给也在粗加工中相同的位置进行。
  精加工结束后，刀具将返回到上次到达位置的返回平面_RTP。

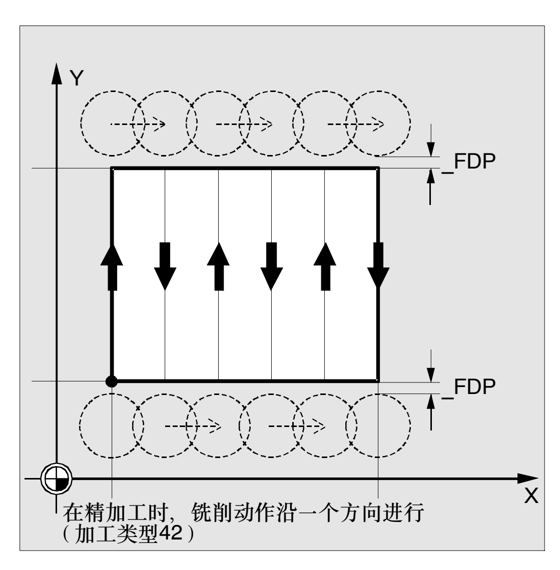


图 9-36

参数说明

对于参数_RTP、_RFP、_SDIS，参见CYCLE81。

对于参数_STA、_MID、_FFP1，参见POCKET3。

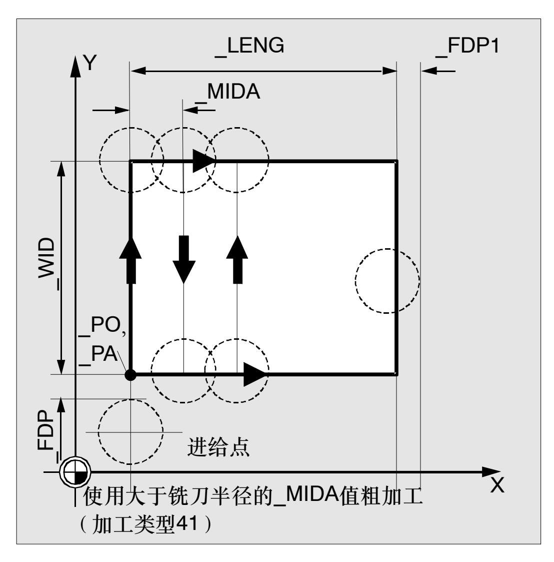


图 9-37

_DP（深度）

可以将深度定义为到参考平面的绝对值（_DP）。

_PA、_PO（起始点）

使用参数_PA和_PO定义在平面的轴中的起始点。

_LENG、_WID（长度）

使用此参数可以定义平面中矩形的长和宽。参照_PA和_PO的矩形位置来自符号。

_MIDA（最大进给宽度）

此参数可以用来定义在平面中连续加工时的最大进给宽度。类似于已知的计算进给深度的方法（使用最大可能的值平均划分总深度），使用_MIDA下编程的最大值平均划分宽度。

如果此参数未编程或编程值为零，循环内部将使用铣刀直径的80%作为最大进给深度。

_FDP（返回行程）

此参数用于定义在平面中返回行程的大小。此参数的值必须始终大于零。

_FDP1（超出行程）

此参数可以定义在平面的进给方向（_MIDA）上的超出行程。这样可以补偿当前刀具半径和刀尖半径（如刀具半径或在某一角度的刀尖）。这样最后的刀具中心点路径始终为_LENG（或_WID）+_FDP1-刀具半径（来自补偿表）。

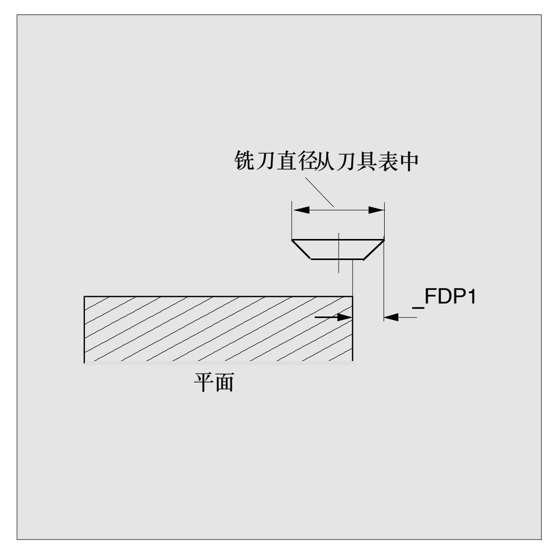


图 9-38

_FALD（精加工余量）

粗加工时，应考虑此参数下编程的在深度方向的精加工余量。

作为精加工余量的剩余部分必须始终定义要求精加工，确保刀具能够返回并无碰撞的进给到下一起始点。

_VARI（加工方式）

此参数_VARI用来定义加工类型。

允许值有:

个位数:

1=粗加工到精加工余量

2=精加工

十位数:

1=平行于平面的第一轴，在一个方向

2=平行于平面的第二轴，在一个方向

3=平行于平面的第一轴，在两个方向交替方向

4=平行于平面的第二轴，在两个方向交替方向

如果参数_VARI编程了其它的值，循环终止并产生报警61002“加工类型定义不正确”。

其它说明

循环调用前必须编程刀具补偿。否则，循环终止并产生报警61000“无有效的刀具补偿”。

编程举例：端面铣削

用于循环调用的参数:

• 返回平面:	10毫米
• 参考平面:	0毫米
• 安全间隙:	2毫米
• 铣削深度:	-11毫米
• 矩形起始点	X = 100毫米 Y = 100毫米
• 矩形尺寸	X = +60毫米 Y = +40毫米
• 平面中的旋转角度	10 度
• 最大进给深度	6毫米
• 最大进给宽度	10毫米
• 铣削路径结束时的返回行程	5毫米
• 无精加工余量	-
• 端面加工进给率	4000毫米/分
• 加工类型：粗加工，平行于X轴，方向可交替	
• 由于刀刃的几何结构导致在最后切削时的超程	2毫米

使用半径为10毫米的铣刀。

N10 T2 D2	
N20 G17 G0 G90 G54 G94 F2000 X0 Y0 Z20	回到起始位置
N30 CYCLE71(10, 0, 2, -11, 100, 100, 60, 40, 10, 6, 10, 5, 0, 4000, 31, 2)	循环调用
N40 G0 G90 X0 Y0	
N50 M02	程序结束

9.6.3 轮廓铣削 - CYCLE72

编程

CYCLE72 (_KNAME, _RTP, _RFP, _SDIS, _DP, _MID, _FAL, _FALD, _FFP1, _FFD, _VARI, _RL, _AS1, _LP1, _FF3, _AS2, _LP2)

参数

表 9-16 CYCLE72的参数

_KNAME	字符串	轮廓子程序名称
_RTP	实数	返回平面（绝对）
_RFP	实数	参考平面（绝对值）
_SDIS	实数	安全间隙（添加到参考平面;无符号输入）
_DP	实数	深度（绝对）
_MID	实数	最大进给深度（增量，无符号输入）
_FAL	实数	边缘轮廓的精加工余量（增量，无符号输入）
_FALD	实数	底部精加工余量（增量，无符号输入）
_FFP1	实数	端面加工进给率
_FFD	实数	深度进给率（无符号输入）
_VARI	整数	加工类型（无符号输入） 个位数 值: 1粗加工 2精加工 十位数 值: 0使用G0的中间路径 1使用G1的中间路径 百位数 值: 0在轮廓末端返回_RTP 1在轮廓末端返回_RFP + _SDIS 2在轮廓末端返回_SDIS 3在轮廓末端不返回
_RL	整数	沿轮廓中心，向右或向左进给（使用G40、G41或G42，无符号输入） 值: 40...G40（返回和出发-只有一条线） 41...G41 42...G42

表 9-16 CYCLE72的参数

_AS1	整数	返回方向/路径的定义: （无符号输入） 个位数: 值: 1... 直线切线 2... 四分之一圆 3... 半圆 十位数: 值: 0... 接近平面中的轮廓 1... 接近沿空间路径的轮廓
_LP1	实数	返回路径的长度（对于直线）或接近圆弧的半径（对于圆）（无符号输入）

其它参数用作选项。

_FF3	实数	返回进给率和平面中中间位置的进给率（在开口处）
_AS2	整数	出发方向/出发路径的定义: （无符号输入） 个位数: 值: 1... 直线切线 2... 四分之一圆 3... 半圆 十位数: 值: 0... 从平面中的轮廓出发 1... 沿空间路径的轮廓出发
_LP2	实数	出发路径的长度（使用直线）或出发圆弧的半径（使用圆）（无符号输入）

功能

使用CYCLE72可以铣削定义在子程序中的任何轮廓。循环运行时可以有或没有刀具半径补偿。

不要求轮廓一定是封闭的; 通过刀具半径补偿的位置（轮廓中央, 左或右）来定义内部或外部加工。

轮廓的编程方向必须是它的加工方向而且必须包含至少两个轮廓程序块（起始点和终点）, 因为轮廓子程序直接在循环内部调用。

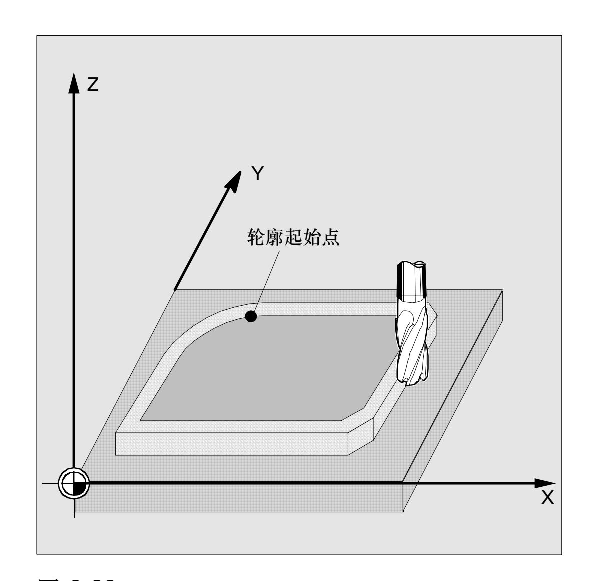


图 9-39

循环的功能

- 选择粗加工（平行于轮廓的进给，考虑精加工余量，必要时，分几步进给直至到达精加工余量）与精加工（沿最后的轮廓进给，必要时，分几步进给）。
- 在切线方向或半径方向（四分之一圆或半圆）平滑返回轮廓或从轮廓出发。
- 可编程的深度进给。

按快速进给或进给率执行中间运动。

工作流程

循环启动前到达位置:

起始位置可以是任意位置，只需从该位置出发可以无碰撞地回到返回平面的轮廓起始点。

粗加工时循环形成以下动作顺序:

使用参数定义的最大允许值平均划分进给深度。

- 首次铣削时使用G0/G1（和_FF3）移动到起始点。该起始点在系统内部计算并取决于以下方面
  - 轮廓起始点（子程序中的第一点）
  - 在起始点的轮廓方向
  - 返回方式和参数以及
  - 刀具半径。
    在此程序中，激活了刀具半径补偿。

- 使用G0/G1进行深度进给至首次或第二次加工深度加上安全间隙。首个加工深度由以下量得出:
  - 总深度
  - 精加工余量和
  - 最大允许的深度进给
- 使用深度进给垂直接近轮廓，然后在平面中以编程的进给率或具有参数_FAD下编程的进给率的3D根据编程进行平滑返回。
- 使用G40/G41/G42沿轮廓铣削。
- 使用G1从轮廓平滑出发并始终以端面加工的进给率返回。
- 使用G0/G1返回（和用于中间路径的进给率_FF3），取决于编程。
- 使用G0/G1（和_FF3）返回到深度进给点
- 在下一个加工平面中重复此动作顺序直至到达深度方向的精加工余量。

粗加工结束时，刀具位于在返回平面的轮廓出发点（系统内部计算得出）的上方。

精加工时循环形成以下动作顺序:

精加工时，沿轮廓的底部按相应的进给率进行铣削直至到达最后的尺寸。

按现有的参数进行平稳接近和返回轮廓。其轨迹将在控制系统内部进行计算。

循环结束时，刀具位于返回平面的轮廓出发点。

有关轮廓编程的更多说明

轮廓编程时，请遵守以下内容:

- 在最初位置编程前不能在子程序中选择可编程偏移。
- 轮廓子程序中的第一段程序为包含G90，G0或G90，G1并定义了轮廓的起始点。
- 轮廓的起始点是加工平面中的第一个位置，该起始点编程在轮廓程序中。
- 通过更高级的循环选择/不选择刀具半径补偿；因此，在轮廓子程序中不能编程G40、G41、G42。

参数说明

对于参数_RTP、_RFP、_SDIS，参见CYCLE81。

对于参数_MID、_FAL、_FALD、_FFP1、_FFD、_DP，参见POCKET3。

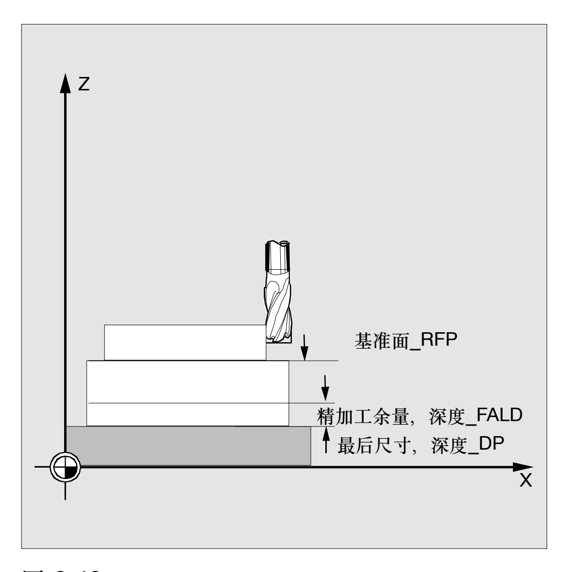


图 9-40

_KNAME（名称）

待加工的轮廓完整地编程在一个子程序中。_KNAME定义了轮廓子程序的名称。

1. 轮廓可以定义为一个子程序:
   _KNAME=子程序名

   轮廓子程序的名称应符合列在编程手册中规定的命名规则。

   输入:

   - 子程序已经存在-->输入名称，继续
   - 子程序不存在-->输入名称并按软键“**新文件**”。将出现一个具有名称的程序（主程序）且程序跳到轮廓编辑中。

   如果要退出输入，按软键“**工艺界面**”；程序返回循环支持界面。

2. 轮廓也可以是调用程序的一部分:
   _KNAME=起始标志的名称: 末尾标志的名称

   输入:

   - 轮廓已经存在-->起始标志名: 输入末尾标志名
   - 轮廓还不存在-->输入起始标志名并按软键“**添加轮廓**”。
     起始和末尾标志将按照所输入的名称自动建立。然后程序将跳到轮廓编程界面。

   如果要退出输入，按软键“**工艺界面**”；程序返回循环支持界面。

举例:

_KNAME=”KONTUR_1”	铣削轮廓是一完整的程序轮廓_1。
_KNAME=”ANFANG:ENDE”	铣削轮廓定义为调用程序中的一部分，从包含标志ANFANG的程序段开始到包含标志ENDE的程序段结束。

_LP1，_LP2（长度，半径）

使用参数_LP1来编程返回路径或返回半径（从刀具外沿到轮廓起始点的距离），参数_LP2用来编程出发路径或出发半径（从刀具外沿到轮廓终点的距离）。

_LP1，_LP2的值必须大于零。如果等于零，将输出报警61116“返回或出发路径=0”

说明

如果使用G40，返回路径或出发路径为从刀具中心点到轮廓起始点或终点的距离。

_VARI（加工方式）

此参数_VARI用来定义加工类型。允许值有:

个位数
值: 1粗加工
2精加工

十位数
值: 0使用G0的中间路径
1使用G1的中间路径

百位数
值: 0在轮廓末端返回_RTP
1在轮廓末端返回_RFP + _SDIS
2在轮廓末端返回_SDIS
3在轮廓末端不返回

如果参数_VARI编程了其它的值，循环终止并产生报警61002“加工类型定义不正确”。

_RL（围绕轮廓移动）

此参数可以编程使用G40，G41或G42围绕轮廓中心，在轮廓右侧，或轮廓左侧移动。关于允许值，参见“CYCLE72的参数”。

_AS1，_AS2（返回方向/路径，出发方向/路径）

_AS1用来编程返回路径的定义，_AS2用于编程出发路径的定义。关于允许值，参见“CYCLE72的参数”。如果_AS2未编程，出发路径的方式类似于返回路径的方式。

如果刀具还未啮合或适合该接近方式，只能编程沿空间路径（螺旋或直线）平滑接近轮廓。

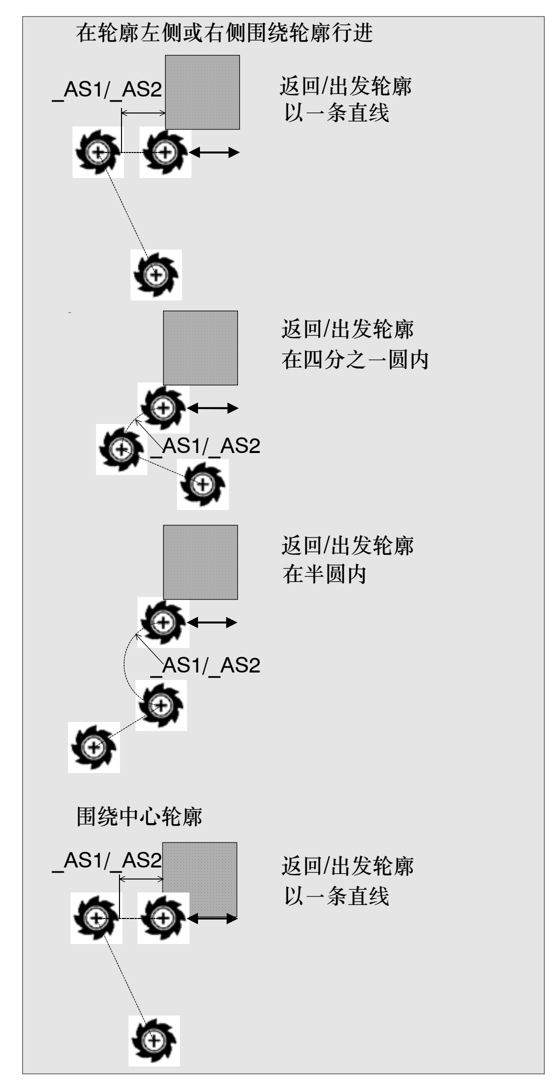


图 9-41

如果是沿轮廓中心（G40）返回和出发，只允许沿直线的返回和出发方式。

_FF3（返回进给率）

如果要使用G01进给率执行中间运动，此参数_FF3用于定义平面中（开放式）中间位置的返回进给率。如果未编程进给值，使用G01的中间运动按端面进给率执行。

其它说明

循环调用前必须编程刀具补偿。否则，循环终止并产生报警61000“无有效的刀具补偿”。

编程举例1：围绕封闭轮廓外部铣削

此程序用于铣削以下图中的轮廓。

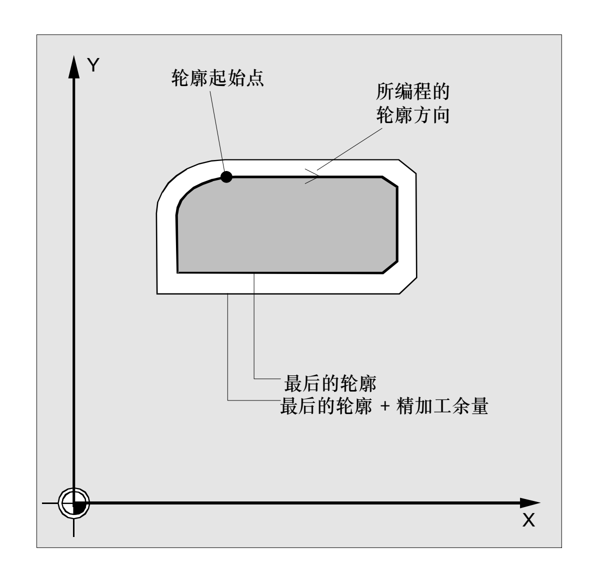


图 9-42

用于循环调用的参数:

• 返回平面	250毫米
• 参考平面	200
• 安全间隙	3毫米
• 深度	175毫米
• 最大进给深度	10毫米
• 深度的精加工余量	1.5毫米
• 深度进给进给率	400毫米/分
• 平面中的精加工余量	1毫米
• 平面中的进给率	800毫米/分

• 加工：粗加工至精加工余量；使用G1进行中间路径，Z轴的中间路径返回量为_RFP+_SDIS

用于返回的参数:

• G41-轮廓的左侧，即外部加工	
• 在平面中沿四分之一圆返回和出发	20毫米 半径
• 返回进给率	1000毫米/分

N10 T3 D1	T3：半径为7的铣刀
N20 S500 M3 F3000	编程进给率，速度
N30 G17 G0 G90 X100 Y200 Z250 G94	回到起始位置
N40 CYCLE72(”EX72CONTOUR”, 250, 200, 3, 175, 10,1, 1.5, 800, 400, 111, 41, 2, 20, 1000, 2, 20)	循环调用

N50 X100 Y200	
N60 M2	程序结束

%_N_EX72CONTOUR_SPF	用于铣削轮廓的子程序（举例）
N100 G1 G90 X150 Y160	轮廓起点
N110 X230 CHF=10	
N120 Y80 CHF=10	
N130 X125	
N140 Y135	
N150 G2 X150 Y160 CR=25	
N160 M2	
N170 M02	

编程举例2

环绕铣削一个封闭轮廓的外部，如同在编程举例1中，在调用的程序中轮廓编程。

N10 T3 D1	T3：半径为7的铣刀
N20 S500 M3 F3000	编程进给率，速度
N30 G17 G0 G90 X100 Y200 Z250 G94	回到起始位置
N40 CYCLE72 (”PIECE_245:PIECE_245_E”, 250, 200, 3, 175, 10,1, 1.5, 800, 400, 11, 41, 2, 20, 1000, 2, 20)	循环调用
N50 X100 Y200	
N60 M2	
N70 PIECE_245:	轮廓
N80 G1 G90 X150 Y160	
N90 X230 CHF=10	
N100 Y80 CHF=10	
N110 X125	
N120 Y135	
N130 G2 X150 Y160 CR=25	
N140 PIECE_245_E:	轮廓结束
N150 M2	

9.6.4 铣削矩形轴颈-CYCLE 76

编程

CYCLE76 (_RTP, _RFP, _SDIS, _DP, _DPR, _LENG, _WID, _CRAD, _PA, _PO, _STA, _MID, _FAL, _FALD, _FFP1, _FFD, _CDIR, _VARI, _AP1, _AP2)

参数

表 9-17 CYCLE76参数

_RTP	实数	返回平面（绝对）
_RFP	实数	参考平面（绝对值）
_SDIS	实数	安全间隙（输入时不带正负号）
_DP	实数	最后钻孔深度（绝对值）
_DPR	实数	相对于参考平面的最后钻孔深度（输入时不带正负号）
_LENG	实数	轴颈长
_WID	实数	轴颈宽
_CRAD	实数	轴颈拐角半径（无符号输入）
_PA	实数	轴颈参考点，横坐标（绝对）
_PO	实数	轴颈参考点，纵坐标（绝对）
_STA	实数	纵轴和平面第一轴的角度
_MID	实数	最大切削深度（增量，无符号输入）
_FAL	实数	边缘轮廓精加工余量（增量）
_FALD	实数	底部精加工余量（增量，无符号输入）
_FFP1	实数	轮廓进给率
_FFD	实数	深度进给量
_CDIR	整数	铣削方向（无符号输入） 值: 0同向铣削 1逆向铣削 2用G2（与主轴转向无关） 3用G3
_VARI	整数	加工方式 值: 1粗加工到精加余量 2精加工（余量X/Y/Z=0）
_AP1	实数	毛坯轴颈长度
_AP2	实数	毛坯轴颈宽度

功能

借助此循环可以在加工平面上完成矩形轴颈。精加工时要求使用端面铣刀。深度进刀总是在半圆运行到轮廓之前进行。

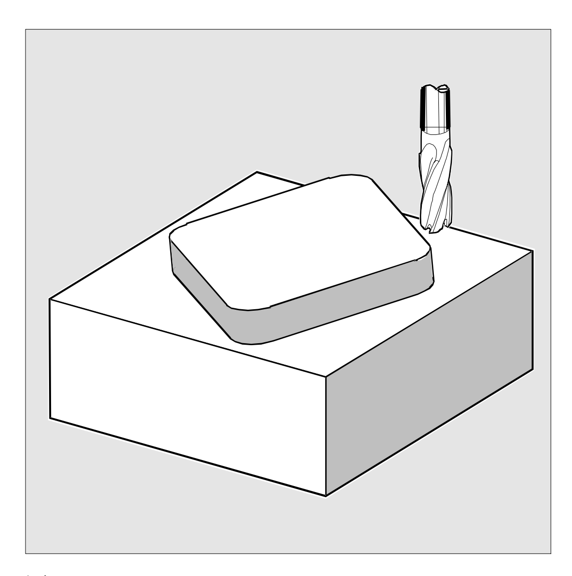


图 9-43

工作流程

循环启动前到达位置:

起始点的位置在横坐标的正值范围内，计算返回半圆并考虑了编程的横坐标的原始尺寸。

粗加工时的动作顺序（_VARI=1）
轮廓返回和出发:

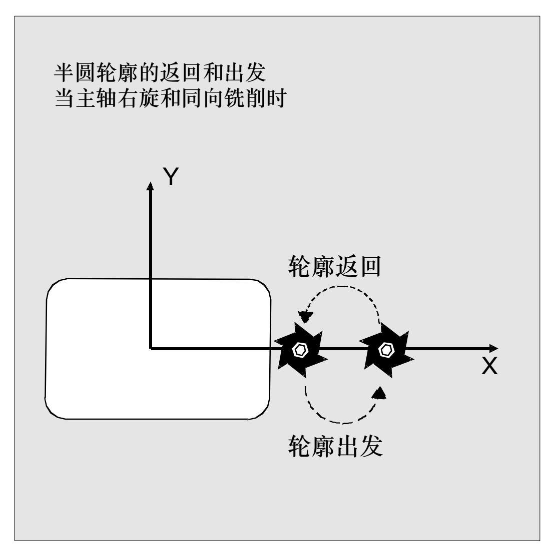


图 9-44

快速返回回退平面（_RTP），以便随后在加工平面中以此高度定位起始点。起始点参照横坐标确定为疲。

快速进给到安全间隙（_SDIS），并立即进给到加工深度。返回轴颈轮廓要沿着半圆路径运行。

铣削方向可以和主轴转向同向或逆向。

如果绕轴颈一次，则在平面中轮廓离开半圆并横向进给到下一加工深度。
接着，轮廓再次返回半圆并绕轴颈运行一次。这一过程不断重复，直到达到编程的轴颈深度。
随后快速返回回退平面（_RTP）。

深度进刀:

- 横向进给到安全间隙
- 进给到加工深度

首个加工深度由以下量得出:

- 总深度
- 精加工余量和
- 最大允许的深度进给

精加工时的运行过程（_VARI=2）

按照设置的参数_FAL和_FALD在轮廓外部或者底部进行，或者两者一起进行。在平面内的返回方式和粗加工时的运动相同。

参数说明

参数_RTP、_RFP、_SDIS、_DP、_DPR，参见CYCLE81。

参数_MID、_FAL、_FALD、_FFP1、_FFD，参见POCKET3。

_LENG、_WID和_CRAD（轴颈长、轴颈宽和转角半径）

用参数_LENG、_WID、_CRAD可以确定平面中的轴颈形状。

因此轴颈从中间开始定尺寸。长（_LENG）总是以横坐标为参照（当平面角为零度）。

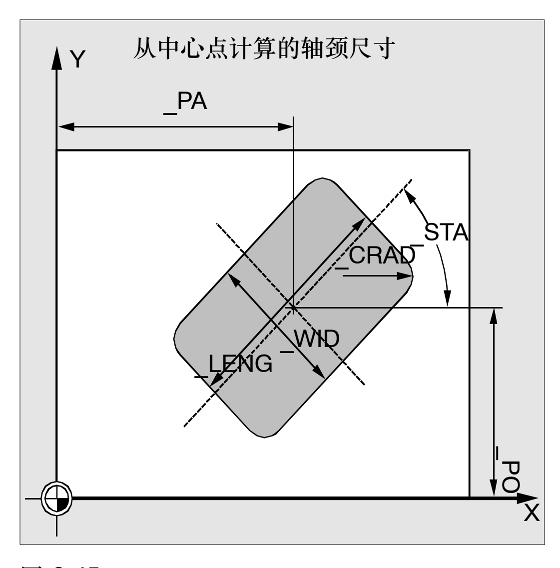


图 9-45

_PA、_PO（参考点）

用参数_PA和 _PO定义轴颈参考点的横坐标和纵坐标。

这里是轴颈中心点。

_STA（角度）

_STA给出了平面第1轴（横坐标）和轴颈纵轴之间的角度。

_CDIR（铣削方向）

这一参数规定了轴颈的加工方向。
通过此参数_CDIR铣削方向

- 可以直接使用“2用于G2”和“3用于G3”编程
- 或者“同向”或“逆向”。

进行编程。同向或者逆向可以在调用循环之前，在循环内部通过激活的主轴方向得出。

同向	逆向
M3 → G3	M3 → G2
M4 → G2	M4 → G3

_VARI（加工方式）

此参数_VARI用来定义加工类型。

允许值有:

- 1=粗加工
- 2=精加工

_AP1、_AP2（毛坯尺寸）

加工轴颈时可以考虑毛坯尺寸（例如：加工预先铸造的工件）。
编程毛坯尺寸的长和宽 （_AP1，_AP2）没有符号，而且由循环围绕轴颈中心点对称计算。内部计算出的半圆半径取决于这个尺寸。

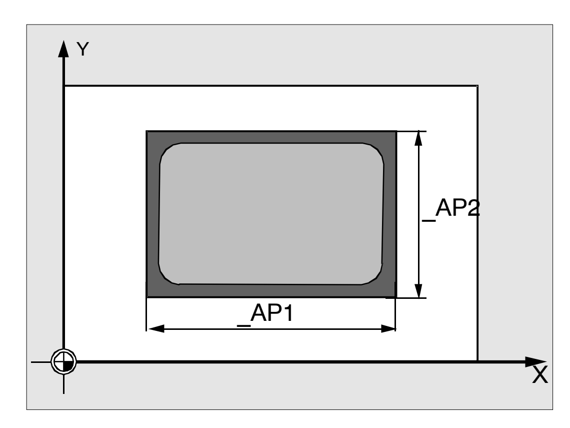


图 9-46

其它说明

循环调用前必须编程刀具补偿。否则循环将中断，并发出报警61009 “有效刀具编号 =0” 。

循环内部使用一个新的当前工件坐标系，它影响着实际值显示。此坐标系的零点位于槽中心点。

循环结束之后，原始的坐标系恢复有效。

轴颈编程举例

用这个程序可以在XY平面内加工一个长60毫米、宽40毫米，拐角半径为15毫米的轴颈。轴颈与X轴的角度为10度，它在长80毫米、宽50毫米时要预加工一个余量。

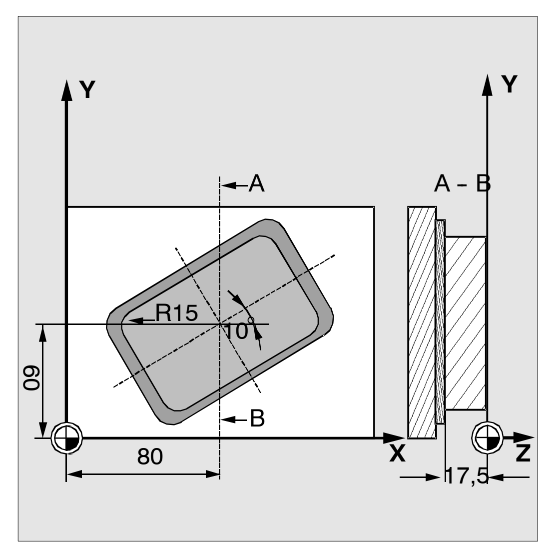


图 9-47

N10 G90 G0 G17 X100 Y100 T20 D1 S3000 M3	工艺值的规定
N11 M6	
N30 CYCLE76 (10, 0, 2, -17.5, , 60, 40, 15, 80, 60, 10, 11, , , 900, 800, 0, 1, 80, 50)	循环调用
N40 M30	程序结束

9.6.5 铣削圆形轴颈- CYCLE77

编程

CYCLE77 (_RTP, _RFP, _SDIS, _DP, _DPR, _PRAD, _PA, _PO, _MID, _FAL, _FALD, _FFP1, _FFD, _CDIR, _VARI, _AP1)

参数

总是要求输入下列参数:

表 9-18 参数CYCLE77

_RTP	实数	返回平面（绝对）
_RFP	实数	参考平面（绝对值）
_SDIS	实数	安全间隙（输入时不带正负号）
_DP	实数	深度（绝对）
_DPR	实数	相对于参考面的深度（无符号输入）
_PRAD	实数	轴颈直径（无符号输入）
_PA	实数	轴颈圆心，横坐标（绝对）
_PO	实数	轴颈圆心，纵坐标（绝对）
_MID	实数	最大切削深度（增量，无符号输入）
_FAL	实数	边缘轮廓精加工余量（增量）
_FALD	实数	底部精加工余量（增量，无符号输入）
_FFP1	实数	轮廓进给率
_FFD	实数	切削深度进给量（或者空间进给量）
_CDIR	整数	铣削方向（无符号输入） 值: 0同向铣削 1逆向铣削 2用G2（与主轴转向无关） 3用G3
_VARI	整数	加工方式 值: 1粗加工到精加余量 2精加工（余量X/Y/Z=0）
_AP1	实数	毛坯轴颈直径

功能

借助这个循环可以在加工平面内制造圆形轴颈。精加工时要求使用端面铣刀。深度进刀总是在半圆运行到轮廓之前进行。

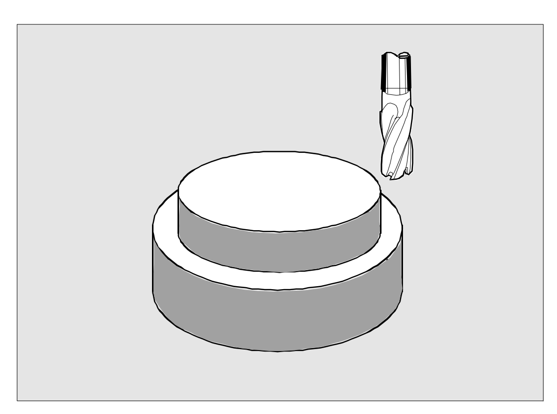


图 9-48

工作流程

循环启动前到达位置:

起始点的位置在横坐标的正值范围内，计算返回半圆并考虑了编程的原始尺寸。

粗加工时的动作顺序（_VARI=1）

轮廓返回和出发:

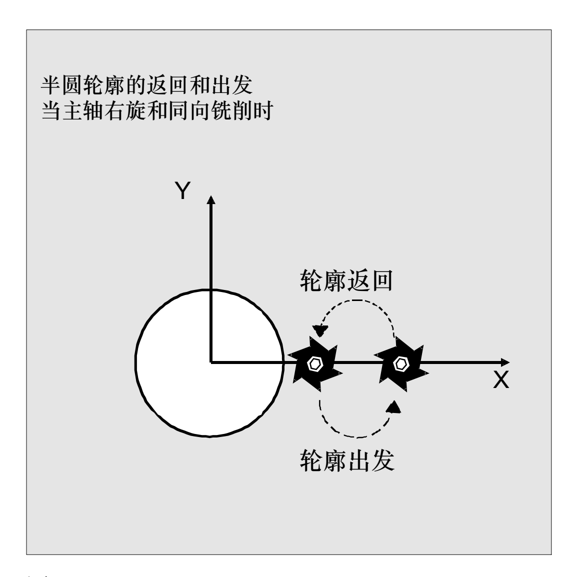


图 9-49

快速返回回退平面（_RTP），以便随后在加工平面中以此高度定位起始点。起始点参照横坐标确定为0度。

快速进给到安全间隙（_SDIS），并立即进给到加工深度。返回轴颈轮廓要沿着半圆路径运行，并考虑编程的毛坯轴颈。

铣削方向可以和主轴转向同向或逆向。

如果绕轴颈一次，则在平面中轮廓离开半圆并横向进给到下一加工深度。
接着，轮廓再次返回半圆并绕轴颈运行一次。这一过程不断重复，直到达到编程的轴颈深度。

随后快速返回回退平面（_RTP）。

深度进刀:

- 横向进给到安全间隙
- 进给到加工深度

首个加工深度由以下量得出:

- 总深度
- 精加工余量和
- 最大允许的深度进给

精加工时的运行过程（_VARI=2）

按照设置的参数_FAL和_FALD在轮廓外部或者底部进行，或者两者一起进行。在平面内的返回方式和粗加工时的运动相同。

参数说明

参数_RTP、_RFP、_SDIS、_DP、_DPR，参见CYCLE81。

参数_MID、_FAL、_FALD、_FFP1、_FFD，参见POCKET3。

_PRAD（轴颈直径）

规定直径前面没符号。

_PA、_PO（轴颈中心点）

用参数_PA和_PO定义轴颈参考点。

_CDIR（铣削方向）

这一参数规定了轴颈的加工方向。通过此参数_CDIR铣削方向

- 可以直接使用“2用于G2”和“3用于G3”编程
- 或者“同向”或“逆向”。

进行编程。同向或者逆向可以在调用循环之前，在循环内部通过激活的主轴方向得出。

同向	逆向
M3 → G3	M3 → G2
M4 → G2	M4 → G3

_VARI（加工方式）

此参数_VARI用来定义加工类型。允许值有:

- 1=粗加工
- 2=精加工

_AP1（毛坯轴颈直径）

此参数定义了轴颈毛坯尺寸（没有符号）。内部计算出的半圆半径取决于这个尺寸。

其它说明

循环调用前必须编程刀具补偿。否则循环将中断，并发出报警61009 “有效刀具编号 =0” 。循环内部使用一个新的当前工件坐标系，它影响着实际值显示。此坐标系的零点位于槽中心点。

循环结束之后，原始的坐标系恢复有效。

圆形轴颈编程举例

用一个直径为55毫米、每次切削最多10毫米的毛坯加工一个轴颈。设定精加工余量用于接下来精加工轴颈外表。整个加工逆向进行。

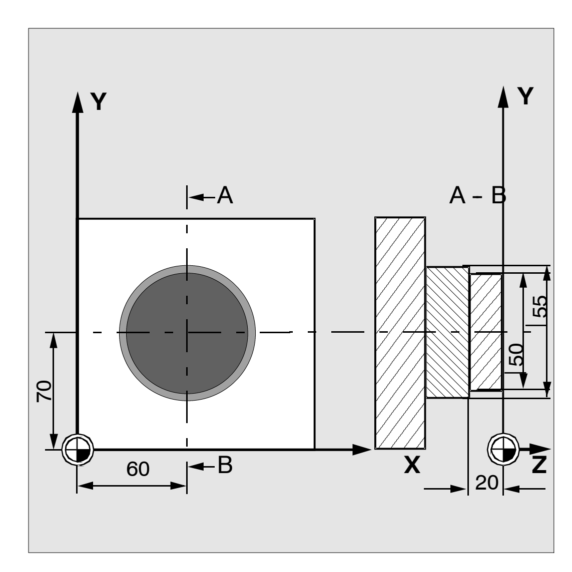


图 9-50

N10 G90 G17 G0 S1800 M3 D1 T1	工艺值的规定
N11 M6	
N20 CYCLE77 (10, 0, 3, -20, , 50, 60, 70, 10, 0.5, 0, 900, 800, 1, 1, 55)	粗加工调用循环
N30 D1 T2 M6	更换刀具
N40 S2400 M3	工艺值的规定
N50 CYCLE77 (10, 0, 3, -20, , 50, 60, 70, 10, 0, 0, 800, 800, 1, 2, 55)	精加工调用循环
N40 M30	程序结束

9.6.6 圆弧形排列键槽 - LONGHOLE

编程

LONGHOLE (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, NUM, LENG, CPA, CPO, RAD, STA1, INDA, FFD, FFP1, MID)

参数

表 9-19 LONGHOLE的参数

RTP	实数	返回平面（绝对）
RFP	实数	参考平面（绝对值）
SDIS	实数	安全间隙（输入时不带正负号）
DP	实数	槽深（绝对值）
DPR	实数	相对于参考平面的槽深（无符号输入）
NUM	整数	槽的数量
LENG	实数	槽长（无符号输入）
CPA	实数	圆弧圆心（绝对值），平面的第一轴
CPO	实数	圆弧圆心（绝对值），平面的第二轴
RAD	实数	圆弧半径（无符号输入）
STA1	实数	起始角
INDA	实数	增量角度
FFD	实数	深度进给量
FFP1	实数	端面加工进给率
MID	实数	进给时的最大进给深度（无符号输入）

小心

循环要求铣刀“带端面齿，刀刃超过刀具中心”（DIN844）。

功能

使用此循环可以加工按圆弧排列的槽。槽的纵向轴按径向调准。

和凹槽相比，该槽的宽度由刀具直径确定。

在循环内部，会计算出最优化的刀具的进给路径，排除不必要的空行程。如果加工一个槽需要几次深度切削，则在终点交替进行切削。沿槽的纵向轴的进给的路径在每次切削后改变它的方向。进行下一个槽的切削时，循环会搜索最短的路径。

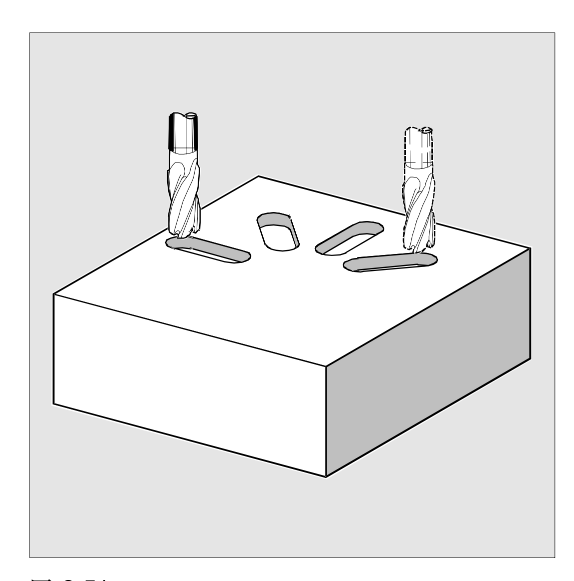


图 9-51

工作流程

循环启动前到达位置:

起始位置可以是任何位置，只要刀具能够到达每个槽而不发生碰撞。

循环形成以下动作顺序:

- 使用G0到达循环中的起始点位置。在轴形成的当前平面中，移动到高度为返回平面的待加工的第一个槽的下一个终点，然后移动到安全间隙前的参考平面。
- 每个槽以来回动作铣削。使用G1和FFP1下编程的进给率在平面中加工。在每个反向点，使用G1和进给率FFD切削到下一个加工深度，直到到达最后的加工深度。
- 使用G0退回到返回平面，然后按最短的路径移动到下一个槽的位置。
- 最后的槽加工完以后，刀具按G0移动到加工平面中的位置，该位置是最后到达的位置并在下图中定义，然后循环结束。

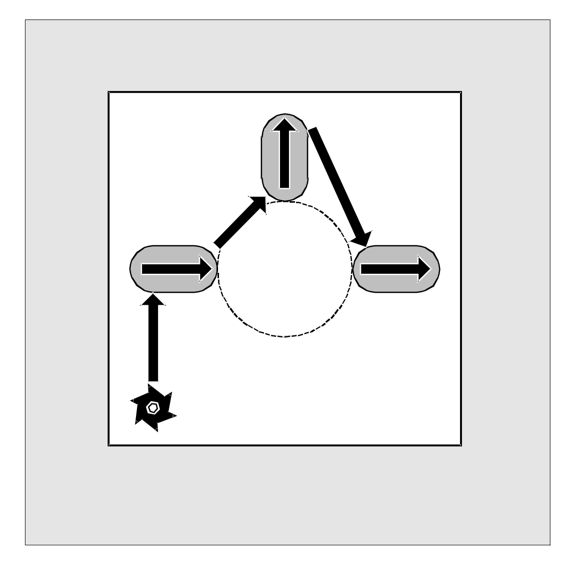


图 9-52

参数说明

对于参数RTP、RFP、SDIS，参见CYCLE81。

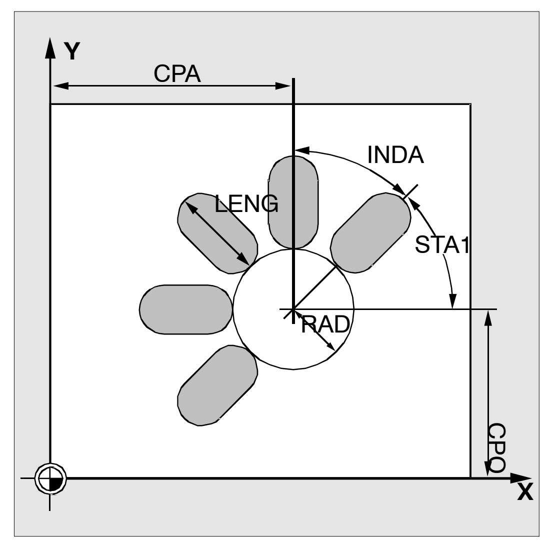


图 9-53

DP和DPR（槽深）

槽深可以定义成相对于参考平面的绝对值（DP）和相对值（DPR）。

相对值定义时，循环将使用参考平面和返回平面的位置自动计算出深度。

NUM（数量）

此参数用于定义槽的数量。

LENG（槽长）

此参数可以定义槽的长度。

如果循环发现槽的长度小于铣刀的直径，则循环终止并产生报警61105“铣刀半径太大”。

MID（进给深度）

此参数可以定义最大的切削深度。

深度进给由循环按相同大小的进给步来执行。

使用MID和整个深度，循环自动计算出位于0.5倍的最大进给深度和最大进给深度间的进给量。使用最少可能的进给数做为基础。MID=0表示一次切削完成槽深切削。

深度切削从安全间隙前的参考平面开始（根据_ZSD[1]）。

FFD和FFP1（深度和端面的进给量）

FFP1适用于平面中粗加工时的所有动作。FFD用于垂直于此平面的切削。

CPA、CPO和RAD（中心点和半径）

圆形孔在加工平面中的位置是通过中心点（CPA，CPO）和半径（RAD）来决定的。半径只允许是正值。

STA1和INDA（起始角和增量角）

这些参数定义圆弧槽的分布。

如果INDA=0，则根据槽的数量计算增量角，以便使槽在圆弧上平均分布。

其它说明

循环调用前必须编程刀具补偿。否则，循环终止并产生报警61000“无有效的刀具补偿”。

如果由于确定槽的分布和大小的参数值定义不正确，而导致槽轮廓相互碰撞，循环将不会执行加工。在产生错误信息
61104“槽/键槽的轮廓碰撞”后循环终止。

循环运行过程中，工件坐标系偏置并旋转。工件坐标系中显示的实际值表示刚加工的槽的纵向轴为当前加工平面的第一轴。

循环结束后，工件坐标系又回到循环调用前的位置。

编程举例：加工槽

利用此程序可以加工4个长为30毫米的槽，相对深度为23毫米（槽底到参考平面的距离），这些槽分布在圆心点为Z45Y40，半径20毫米的YZ平面的圆上。起始角是45度，相邻角为90度。最大切削深度为6毫米，安全间隙1毫米。

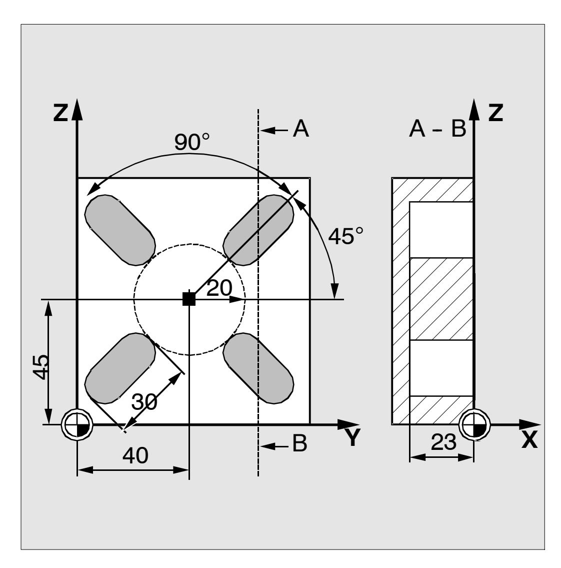


图 9-54

N10 G19 G90 D9 T10 S600 M3	工艺值的规定
N20 G0 Y50 Z25 X5	回到起始位置
N30 LONGHOLE (5, 0, 1, , 23, 4, 30, 40, 45, 20, 45, 90, 100 , 320, 6)	循环调用
N40 M02	程序结束

9.6.7 圆弧形排列槽 -SLOT1

编程

SLOT1(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, NUM, LENG, WID, CPA, CPO, RAD, STA1, INDA, FFD, FFP1, MID, CDIR, FAL, VARI, MIDF, FFP2, SSF)

参数

表 9-20 SLOT1的参数

RTP	实数	返回平面（绝对）
RFP	实数	参考平面（绝对值）
SDIS	实数	安全间隙（输入时不带正负号）

表 9-20 SLOT1的参数

DP	实数	槽深（绝对值）
DPR	实数	相对于参考平面的槽深（无符号输入）
NUM	整数	槽的数量
LENG	实数	槽长（无符号输入）
WID	实数	槽宽（无符号输入）
CPA	实数	圆弧圆心（绝对值），平面的第一轴
CPO	实数	圆弧圆心（绝对值），平面的第二轴
RAD	实数	圆弧半径（无符号输入）
STA1	实数	起始角
INDA	实数	增量角度
FFD	实数	深度进给量
FFP1	实数	端面加工进给率
MID	实数	进给时的最大进给深度（无符号输入）
CDIR	整数	加工槽的铣削方向 值: 2（用于G2） 3（用于G3）
FAL	实数	槽边缘的精加工余量（无符号输入）
VARI	整数	加工类型 值: 0=完整加工 1=粗加工 2=精加工
MIDF	实数	精加工时的最大进给深度
FFP2	实数	精加工进给率
SSF	实数	精加工速度

说明

循环要求铣刀“带端面齿，刀刃超过刀具中心”（DIN844）。

功能

SLOT1循环是一个综合的粗加工和精加工循环。

使用此循环可以加工环形排列槽。槽的纵向轴按径向排列。与键槽不同，定义了槽宽的值。

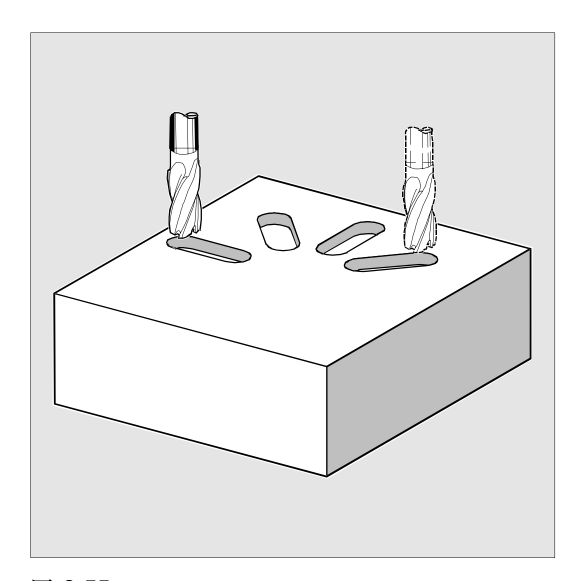


图 9-55

工作流程

循环启动前到达位置:

起始位置可以是任何位置，只要刀具能够到达每个槽而不发生碰撞。

循环形成以下动作顺序:

- 循环起始时，使用G0回到图9-56中的右边位置。
- 以下步骤完成了槽的加工:
  - 使用G0回到安全间隙之前的参考平面。
  - 使用G1以及FFD中的进给率值进给至下一加工深度
  - 使用FFP1中的进给值在槽边缘上进行连续加工直到精加工余量。然后使用FFP2的进给值和主轴速度SSF并按CDIR下编程的加工方向沿轮廓进行 精加工。
  - 始终在加工平面中的相同位置进行深度进给，直至到达槽的底部。
- 将刀具退回到返回平面并使用G0移到下一个槽。
- 加工完所有的槽后，刀具使用G0移至加工平面中的终点位置，此位置在下图中指定，然后循环结束。

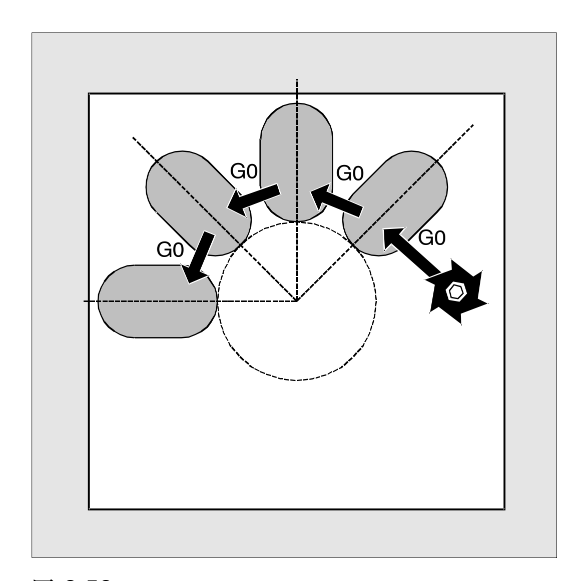


图 9-56

参数说明

对于参数RTP、RFP、SDIS，参见CYCLE81。

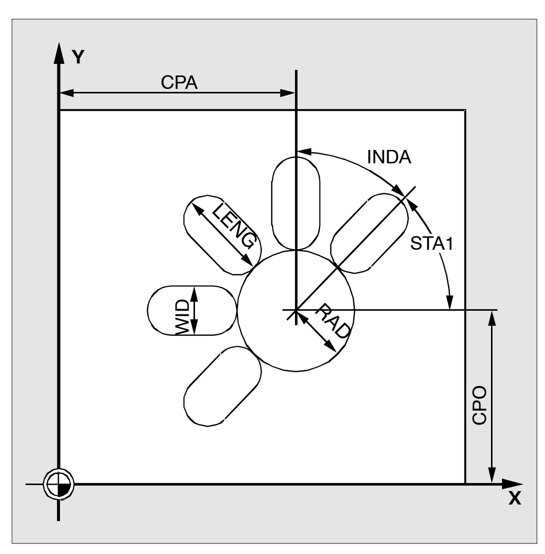


图 9-57

DP和DPR（槽深）

槽深可以定义为参考平面的绝对值（DP）或相对值（DPR）。

相对值定义时，循环将使用参考平面和返回平面的位置自动计算出深度。

NUM（数量）

此参数用于定义槽的数量。

LENG和WID（槽长和槽宽）

使用参数LENG和WID定义平面中的槽的形状。铣刀直径必须小于槽宽。否则，会产生报警61105“刀具半径太大”且循环终止。

铣刀直径不能小于槽宽的一半。系统不检测此项。

CPA、CPO和RAD（中心点和半径）

圆形孔在加工平面中的位置是通过中心点（CPA、CPO）和半径（RAD）来决定的。半径只允许是正值。

STA1和INDA（起始角和增量角）

这些参数定义了槽在圆周上的分布。

STA1定义了在循环调用前有效工件坐标系中第一轴（横坐标）的正方向与第一槽间的角度。参数INDA定义了槽和槽之间的角度。

如果INDA=0，增量角可以通过槽的数量来得出，因为它们是平均分布在圆弧上的。

FFD和FFP1（深度和端面的进给量）

进给量FFD用于所有垂直于加工平面的进给动作。

进给量FFP1用于平面中所有在粗加工时使用此进给率的动作。

MID（进给深度）

此参数可以定义最大的切削深度。

深度进给由循环按相同大小的进给步来执行。

使用MID和整个深度，循环自动计算出位于0.5倍的最大进给深度和最大进给深度间的进给量。使用最少可能的进给数做为基础。MID=0表示一次切削到槽深。

进给深度在安全间隙前的参考平面处作用。

CDIR（铣削方向）

此参数用来定义槽的加工方向。允许值有:

- “2” 用于G2
- “3” 用于G3

如果参数值不正确，对话栏中将显示信息“铣削方向错误，将执行G3”。此时，循环继续且G3自动生效。

FAL（精加工余量）

此参数用来编程槽边缘的精加工余量。FAL不影响进给深度。

如果FAL的值大于槽宽和铣刀所允许的值，FAL的值将自动降低到最大允许值。粗加工时，在槽的两个末端进行来回铣削和深度进给。

VARI、MIDF、FFP2和SSF（加工类型，进给深度，进给率和速度）

参数VARI用来定义加工类型。

允许值有:

- 0=完整加工分成两部分
  - 按照循环调用前所编程的主轴速度及进给率FFP1进行连续槽加工（SLOT1，SLOT2）直至精加工余量。MID定义了进给深度。
  - 按照SSF定义的主轴速度和进给率FFP2连续加工剩余余量。MIDF定义了横切深度。如果MIDF=0，进给深度等于最后深度。
  - 如果未编程FFP2，进给率FFP1有效。如果SSF没有编程，即循环有效前编程的速度，进给率FFP1仍然有效。
- 1=粗加工
  按照循环调用前，所编程的速度和进给率FFP1对槽进行连续加工直至精加工余量。MID编程了进给深度。
- 2=精加工
  循环要求槽（SLOT1，SLOT2）已经加工至剩余的精加工余量而且只需要加工最后的精加工余量。如果未编程FFP2和SSF，进给率FFP1或编程的速度在循环调用前有效。MIDF中定义了进给深度。

如果参数VARI编程了不同的值，就会产生报警61102“加工类型定义不正确”且循环终止。

其它说明

循环调用前必须编程刀具补偿。否则，循环终止并产生报警61000“无有效的刀具补偿”。

如果给决定槽分布和大小的参数定义了不正确的值并因此而导致槽之间的轮廓碰撞，循环不会启动。在产生错误信息61104 “槽/键槽的轮廓碰撞” 后循环终止。

循环运行过程中，工件坐标系偏置并旋转。显示在实际值区域的工件坐标系的值表示已加工的槽的纵向轴和当前加工平面的第一轴相符。

循环结束后，工件坐标系又重新位于循环调用前的相同位置。

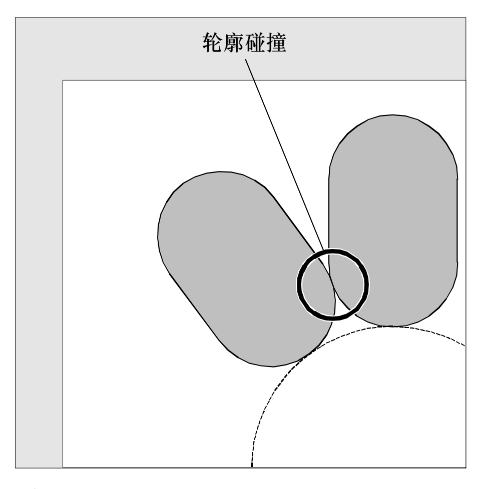


图 9-58

编程举例：槽

共加工4个槽。

这些槽具有以下尺寸：长30毫米，宽15毫米和深23毫米。安全间隙是1毫米，精加工余量是0.5毫米，铣削方向是G2，最大进给深度是6毫米。

该槽应完整加工。在进行精加工时进给至槽深及使用相同的进给率和速度。

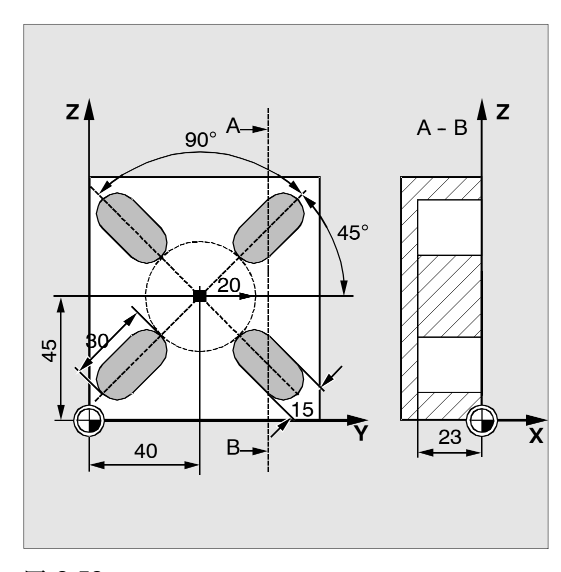


图 9-59

N10 G17 G90 T1 D1 S600 M3	工艺值的规定
N20 G0 X20 Y50 Z5	回到起始位置
N30 SLOT1 (5, 0, 1, -23, , 4, 30, 15, 40, 45, 20, 45, 90, 100, 320, 6, 2, 0.5, 0, 0.2, 50, 444)	循环调用，参数VARI、MIDF、P2和SSF省略
N40 M02	程序结束

9.6.8 圆周槽-SLOT2

编程

SLOT2(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, NUM, AFSL, WID, CPA, CPO, RAD, STA1, INDA, FFD, FFP1, MID, CDIR, FAL, VARI, MIDF, FFP2, SSF)

参数

表 9-21 SLOT2的参数

RTP	实数	返回平面（绝对）
RFP	实数	参考平面（绝对值）
SDIS	实数	安全间隙（输入时不带正负号）
DP	实数	槽深（绝对值）
DPR	实数	相对于参考平面的槽深（无符号输入）
NUM	整数	槽的数量
AFSL	实数	槽长的角度（无符号输入）
WID	实数	圆周槽宽（无符号输入）
CPA	实数	圆弧圆心（绝对值），平面的第一轴
CPO	实数	圆弧圆心（绝对值），平面的第二轴

表 9-21 SLOT2的参数

RAD	实数	圆弧半径（无符号输入）
STA1	实数	起始角
INDA	实数	增量角度
FFD	实数	深度进给量
FFP1	实数	端面加工进给率
MID	实数	进给时的最大进给深度（无符号输入）
CDIR	整数	加工圆周槽的铣削方向 值: 2（用于G2） 3（用于G3）
FAL	实数	槽边缘的精加工余量（无符号输入）
VARI	整数	加工类型 值: 0=完整加工 1=粗加工 2=精加工
MIDF	实数	精加工时的最大进给深度
FFP2	实数	精加工进给率
SSF	实数	精加工速度

说明

循环要求铣刀“带端面齿，刀刃超过刀具中心”（DIN844）。

功能

SLOT2循环是一个综合的粗加工和精加工循环。

使用此循环可以加工分布在圆上的圆周槽。

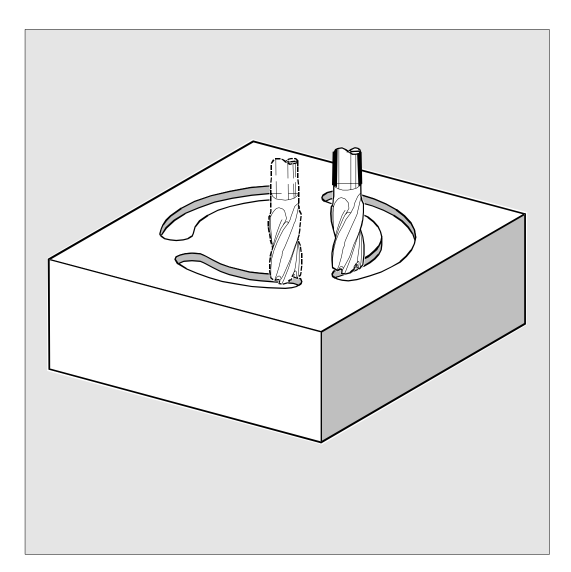


图 9-60

工作流程

循环启动前到达位置:

起始位置可以是任何位置，只要刀具能够到达每个槽而不发生碰撞。

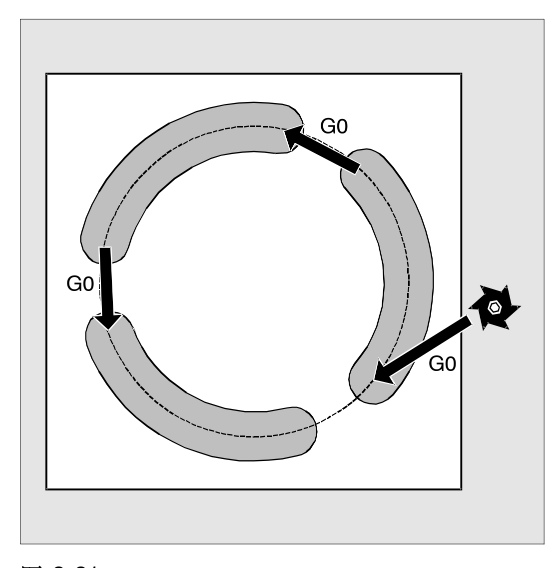


图 9-61

循环形成以下动作顺序:

- 循环运行时，使用G0靠近下图中指定的位置。
- 加工圆周槽的步骤和加工键槽的步骤相同。
- 完整地加工完一个圆周槽后，刀具退回到返回平面并使用G0接着加工下一槽。
- 加工完所有的槽后，刀具使用G0移至加工平面中的终点位置，此位置在下图中指定，然后循环结束。

参数说明

对于参数RTP、RFP、SDIS，参见CYCLE81。

对于参数DP、DPR、FFD、FFP1、MID、CDIR、FAL、VARI、MIDF、FFP2、SSF，参见SLOT1。

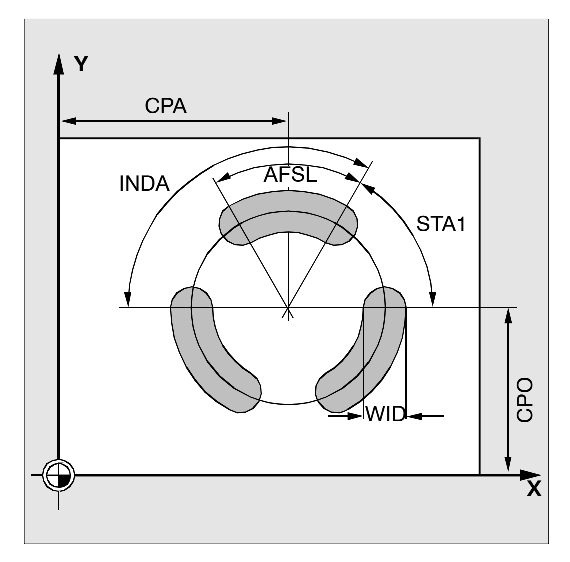


图 9-62

NUM（数量）

此参数用于定义槽的数量。

AFSL和WID（角度和圆周槽宽度）

使用参数AFSL和WID可以定义平面中槽的形状。循环会检查槽宽是否会与有效刀具发生碰撞。否则，会产生报警61105“刀具半径太大”且循环终止。

CPA、CPO和RAD（中心点和半径）

圆形孔在加工平面中的位置是通过中心点（CPA、CPO）和半径（RAD）来决定的。半径只允许是正值。

STA1和INDA（起始角和增量角）

圆周槽的分布是通过这些参数来定义的.

STA1定义了在循环调用前有效工件坐标系中第一轴（横坐标）的正方向与第一圆周槽间的角度。

参数INDA定义了槽和槽之间的角度。

如果INDA=0，增量角可以通过槽的数量来得出，因为它们是平均分布在圆弧上的。

其它说明

循环调用前必须编程刀具补偿。否则，循环终止并产生报警61000“无有效的刀具补偿”。

如果给决定槽分布和大小的参数定义了不正确的值并因此而导致槽之间的轮廓碰撞，循环不会启动。

在产生错误信息61104 “槽/键槽的轮廓碰撞”后循环终止。

循环运行过程中，工件坐标系偏置并旋转。显示在实际值区域的工件坐标系的值表示刚加工的圆周槽从当前加工平面的第一轴开始而且工件坐标系的零点位于圆的中心点。

循环结束后，工件坐标系又重新位于循环调用前的相同位置。

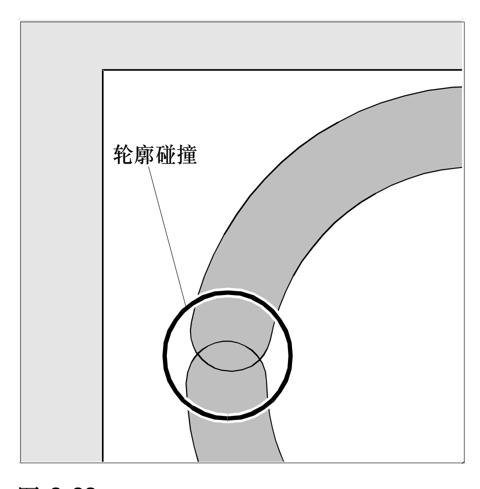


图 9-63

编程举例：槽2

此程序可以用来加工分布在圆周上的3个圆周槽，该圆周在XY平面中的中心点是X60 Y60，半径是42毫米。圆周槽具有以下尺寸：宽15毫米，槽长角度为70度，深23毫米。起始角是0度，增量角是120度。精加工余量是0.5毫米，进给轴Z的安全间隙是2毫米，最大深度进给为6毫米。完整加工这些槽。精加工时的速度和进给率相同。执行精加工时的进给至槽深。

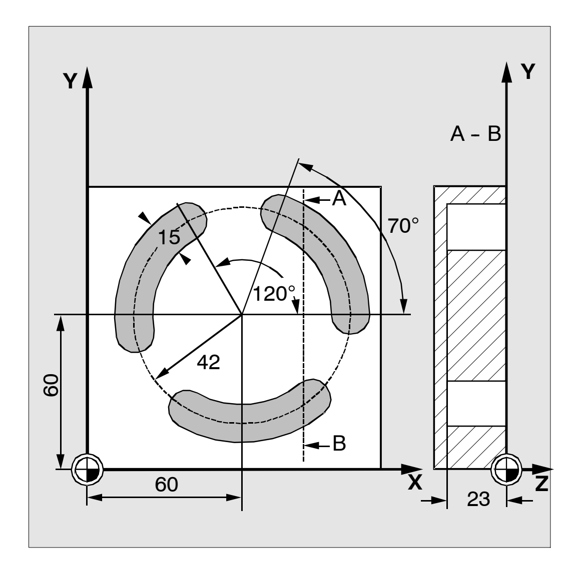


图 9-64

N10 G17 G90 T1 D1 S600 M3	工艺值的规定
N20 G0 X60 Y60 Z5	回到起始位置
N30 SLOT2(2, 0, 2, -23, , 3, 70, 15, 60, 60, 42, 120, 100, 300, 60, 2, 2, 0.2, 0, 0.6, 66, 444)	循环调用 参考平面+SDIS=返回平面含义：使用G0进给进给轴回到参考平面+SDIS不再适用，参数VARI、MIDF、FFP2和SSF省略
N40 M02	程序结束

9.6.9 矩形槽铣削-POCKET3

编程

POCKET3(_RTP, _RFP, _SDIS, _DP, _LENG, _WID, _CRAD, _PA, _PO, _STA, _MID, _FAL, _FALD, _FFP1, _FFD, _CDIR, _VARI, _MIDA, _AP1, _AP2, _AD, _RAD1, _DP1)

参数

表 9-22 POCKET3的参数

_RTP	实数	返回平面（绝对）
_RFP	实数	参考平面（绝对值）
_SDIS	实数	安全间隙（输入时不带正负号）
_DP	实数	槽深（绝对值）
_LENG	实数	槽长，带符号从拐角测量
_WID	实数	槽宽，带符号从拐角测量
_CRAD	实数	槽拐角半径（无符号输入）
_PA	实数	槽参考点（绝对值），平面的第一轴
_PO	实数	槽参考点（绝对值），平面的第二轴
_STA	实数	槽纵向轴和平面第一轴间的角度（无符号输入） 范围值：0° ≤ _STA < 180°
_MID	实数	最大进给深度（无符号输入）
_FAL	实数	槽边缘的精加工余量（无符号输入）
_FALD	实数	槽底的精加工余量（无符号输入）
_FFP1	实数	端面加工进给率
_FFD	实数	深度进给量
_CDIR	整数	铣削方向（无符号输入） 值： 0同向铣削（主轴方向） 1逆向铣削 2用于G2（独立于主轴方向） 3用于G3
_VARI	整数	加工类型 个位数 值： 1粗加工 2精加工 十位数 值： 0使用G0垂直于槽中心 1使用G1垂直于槽中心 2沿螺旋状 3沿槽纵向轴摆动

其它参数用作选项。这些参数定义了用于连续加工的插入方式和重叠（无符号输入）。

_MIDA	实数	在平面的连续加工中作为数值的最大进给宽度
_AP1	实数	槽长的毛坯尺寸
_AP2	实数	槽宽的毛坯尺寸
_AD	实数	距离参考平面的毛坯槽深尺寸
_RAD1	实数	插入时螺旋路径的半径（相当于刀具中心点路径）或者摆动时的最大插入角
_DP1	实数	沿螺旋路径插入时每转（360°）的插入深度

功能

此循环可以用于粗加工和精加工。精加工时要求使用端面铣刀。

深度进给始终从槽中心点开始并垂直执行；这样可以在此位置适当地进行预钻削。

- 铣削方向可以通过G命令（G2/G3）来定义，或者顺铣或逆铣方向由主轴方向决定。
- 对于连续加工，可以编程在平面中的最大进给宽度。
- 精加工余量始终用于槽底。
- 有三种不同的插入方式:
  - 垂直于槽的中心
  - 沿围绕槽中心的螺旋路径
  - 在槽中心轴上摆动
- 平面中用于精加工的更短路径。
- 考虑平面中的毛坯轮廓和槽底的毛坯尺寸（允许最佳的槽加工）。

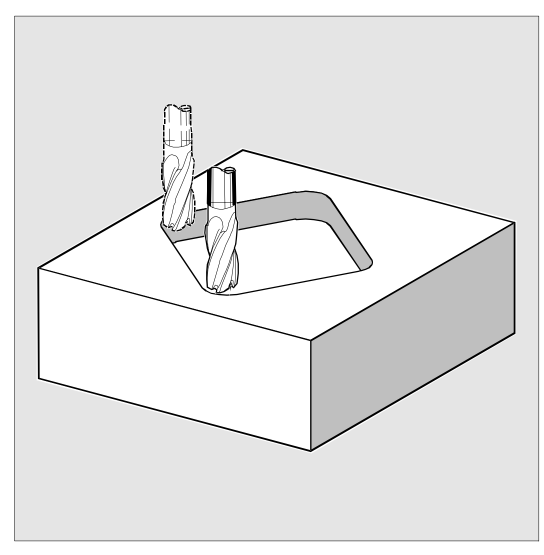


图 9-65

工作流程

循环启动前到达位置:

起始位置可以是任意位置，只需从该位置出发可以无碰撞地回到返回平面的槽中心点。

粗加工时的动作顺序:

使用G0回到返回平面的槽中心点，然后再同样以G0回到安全间隙前的参考平面。随后根据所选的插入方式并考虑已编程的毛坯尺寸对槽进行加工。

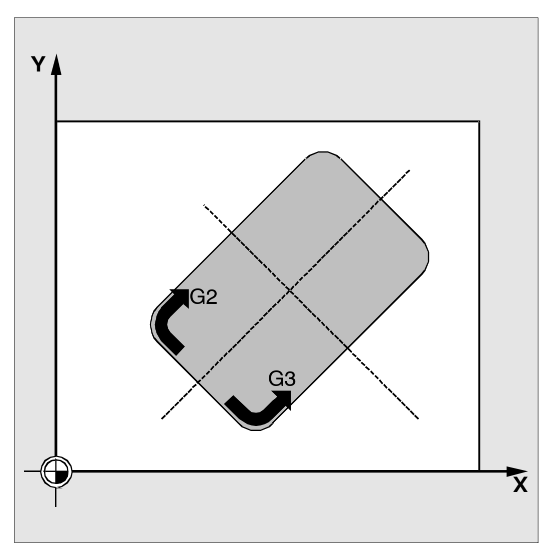


图 9-66

精加工时的动作顺序

从槽边缘开始精加工，直到到达槽底的精加工余量，然后对槽底进行精加工。如果其中某个精加工余量为零，则跳过此部分的精加工过程。

- 槽边缘精加工

  精加工槽边缘时，刀具只沿槽轮廓切削一次。

  精加工槽边缘时，路径包括一个到达拐角半径的四分之一圆。此路径的半径通常为2毫米，但如果空间较小，半径等于拐角半径和铣刀半径的差。
  如果在边缘上的精加工余量大于2毫米，则应相应增加接近半径。

  使用G0在槽开口处朝槽中央执行深度进给，同时使用G0到达接近路径的起始点。

- 槽底精加工

  精加工槽底时，机床朝槽中央执行G0功能直至到达距离等于槽深+精加工余量+安全间隙处。从该点起，刀具始终**垂直**进行深度进给（因为具有副切削刃的刀具用于槽底的精加工）。
  槽底端面只加工一次。

插入方式:

- 垂直于槽中央插入表示在循环内部计算出的当前的进给深度（≤小于等于_MID下编程的最大进给深度）在包含G0或G1的程序块中执行。
- 螺旋状路径插入表示刀具中心点沿着由半径_RAD1和每转深度_DP1确定的螺旋状路径进给。进给率为_FFD的编程值。此螺旋路径的旋转方向和槽加工的旋转方向一致。

  DP1下编程的插入深度被认为是最大深度并始终作为螺旋路径转数的整数值计算。

  如果已到达进给所需的当前深度（可以是螺旋路径上的几转），仍需加工一个完整的圆来消除插入的倾斜路径。
  然后在此平面上对槽进行连续加工直至精加工余量。

  螺旋状路径的起始点位于槽的纵向轴的正方向上并使用G1回到该起始点。
- 使用槽中央轴的摆动插入表示刀具中心点插入一直线来回摆动直至到达下一当前深度。_RAD1下编程了最大的插入角，在循环中计算出摆动行程的长度。如果到达了当前深度，再一次执行行程而不进行深度进给，以便可以消除倾斜的插入路径。_FFD下编程了进给率。

考虑毛坯尺寸

连续加工槽时，可以考虑毛坯尺寸（如加工预制的零件时）

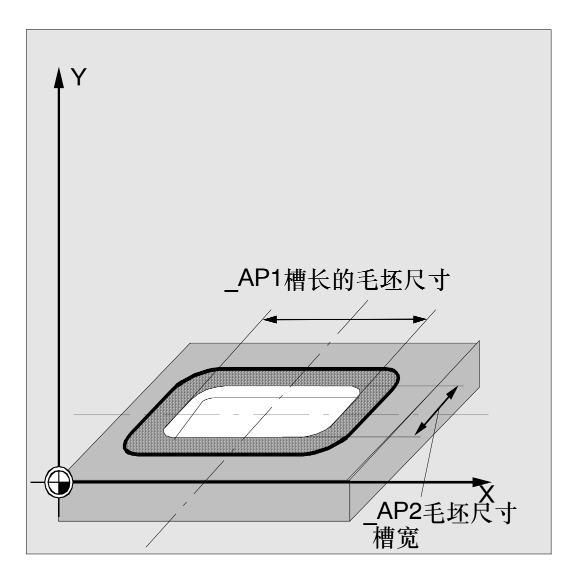


图 9-67

长度和宽度的毛坯尺寸（_AP1和_AP2）为无符号编程且通过计算被循环对称地置于槽中心点周围。你可以定义不再进行连续加工的槽的部分。深度的毛坯尺寸（_AD）也是无符号编程的并由参考平面在槽深方向考虑。

考虑毛坯尺寸时，根据编程的类型（螺旋，摆动，垂直）进行深度进给。如果循环发现由于已有的毛坯轮廓和有效的刀具半径，在槽中央有足够的空间，只要在开口处无需进给过多插入路径，则进行垂直于槽中心的进给。

从上至下对槽进行连续加工。

参数说明

对于参数_RTP、_RFP、_SDIS，参见CYCLE81。

对于参数_DP，参见LONGHOLE。

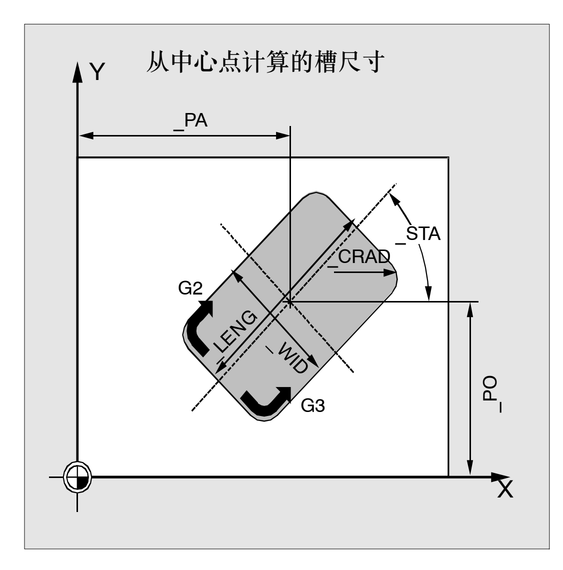


图 9-68

_LENG、WID和_CRAD（槽长，槽宽和拐角半径）

使用参数_LENG，_WID和_CRAD可以定义平面中槽的形状。

槽的测量始终从中心开始。如果由于半径太大而使用有效的刀具不能进给编程的拐角半径，则使待加工槽的拐角半径和刀具半径一致。

如果铣刀半径大于槽长或槽宽的一半，循环将被终止并产生报警61105“刀具半径太大”。

_PA、_PO（参考点）

使用参数_PA和_PO定义平面轴中槽的参考点。
这是槽的中心点。

_STA（角度）

_STA定义了平面中第一轴（横坐标）和槽的纵向轴间的角度。

_MID（进给深度）

此参数用来定义粗加工时的最大进给深度。

深度进给由循环按相同大小的进给步来执行。

使用_MID和整个深度，循环自动计算出进给率。使用最少可能的进给数做为基础。

_MID=0表示一次切削至槽深。

_FAL（槽边缘的精加工余量）

此精加工余量只影响平面中槽边缘的加工。

当精加工余量≥刀具直径时无法保证槽的完全连续加工。出现显示信息“注意：精加工余量 ≥ 刀具直径”但是循环将继续。

_FALD（槽底的精加工余量）

粗加工时，在槽底需考虑单独的精加工余量。

_FFD和_FFP1（深度和端面进给率）

进给率_FFD在进入工件中时有效。

进给率FFP1对于平面中所有的动作都有效，粗加工时使用此进给率。

_CDIR（铣削方向）

使用此参数定义槽的加工方向。

通过此参数_CDIR可以

- 直接使用“2用于G2”和“3用于G3”
- 或者“同向”或“逆向”

编程铣削方向。同向运行或反转根据循环调用前有效的主轴方向在循环内部决定.

同向	逆向
M3 → G3	M3 → G2
M4 → G2	M4 → G3

_VARI（加工方式）

此参数_VARI用来定义加工类型。

允许值有:

个位数:

- 1=粗加工
- 2=精加工

十位数（进给）

- 0=使用G0垂直于槽中心
- 1=使用G1垂直于槽中心
- 2=沿螺旋路径
- 3=槽长轴摆动

如果参数_VARI编程了其它的值，循环终止并产生报警61002“加工类型定义不正确”。

_MIDA（最大进给宽度）

此参数可以用来定义在平面中连续加工时的最大进给宽度。类似于已知的计算进给深度的方法（使用最大可能的值平均划分总深度），使用_MIDA下编程的最大值平均划分宽度。

如果此参数未编程或编程值为零，循环内部将使用铣刀直径的80%作为最大进给深度。

其它说明

到达最大槽深时，如果要重新计算已计算的用于边缘加工的进给宽度，此参数适用。否则最初计算的进给宽度适用于整个循环。

_AP1、_AP2、_AD（毛坯尺寸）

使用参数_AP1、_AP2、_AD用来定义槽在平面中和深度方向的毛坯尺寸（增量）。

_RAD1（半径）

此参数用来定义螺旋路径的半径（参考刀具中心点路径）或用于摆动动作的最大插入角。

DP1（插入深度）

此参数用来定义插入螺旋路径时的进给深度。

循环调用前必须编程刀具补偿。否则，循环终止并产生报警61000“无有效的刀具补偿”。

在循环内部，使用了一个影响实际值显示的新的当前工件坐标系。此坐标系的零点位于槽中心点。循环结束之后，原始的坐标系恢复有效。

编程举例：矩形槽

此程序可以加工一个在XY平面中的矩形槽，深度为60毫米，宽40毫米，拐角半径是8毫米且深度为17.5毫米。该槽和X轴的角度为零。槽边缘的精加工余量是0.75毫米，槽底的精加工余量为0.2毫米，添加于参考平面的Z轴的安全间隙为0.5毫米。槽中心点位于X60，Y40，最大进给深度4毫米。

加工方向取决于在同向铣削过程中的主轴的旋转方向。使用半径为5毫米的铣刀。

只进行一次粗加工。

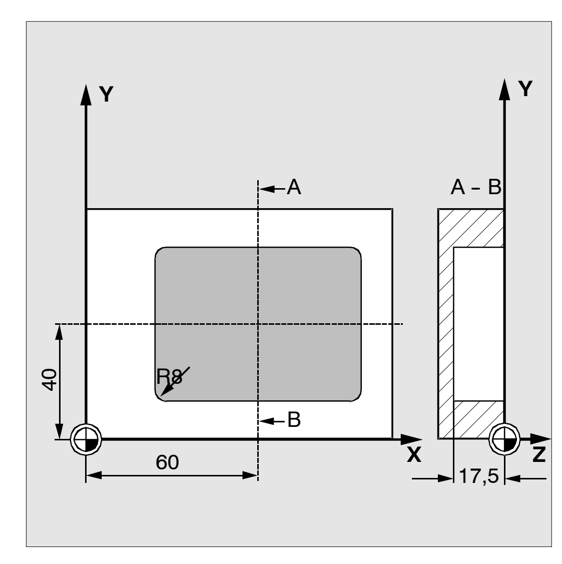


图 9-69

N10 G90 T1 D1 S600 M4	工艺值的规定
N20 G17 G0 X60 Y40 Z5	回到起始位置
N30 POCKET3(5, 0, 0.5, -17.5, 60, 40, 8, 60, 40, 0, 4, 0.75, 0.2, 1000, 750, 0, 11, 5, , , , ,)	循环调用
N40 M02	程序结束

9.6.10 铣削圆形槽- POCKET4

编程

POCKET4(_RTP, _RFP, _SDIS, _DP, _PRAD, _PA, _PO, _MID, _FAL, _FALD, _FFP1, _FFD, _CDIR, _VARI, _MIDA, _AP1, _AD, _RAD1, _DP1)

参数

表 9-23 POCKET4的参数

_RTP	实数	返回平面（绝对）
_RFP	实数	参考平面（绝对值）
_SDIS	实数	安全间隙（添加到参考平面;无符号输入）
_DP	实数	槽深（绝对值）
_PRAD	实数	槽半径
_PA	实数	槽中心点（绝对值）， 平面的第一轴
_PO	实数	槽中心点（绝对值）， 平面的第二轴
_MID	实数	最大进给深度（无符号输入）
_FAL	实数	槽边缘的精加工余量（无符号输入）
_FALD	实数	槽底的精加工余量（无符号输入）
_FFP1	实数	端面加工进给率
_FFD	实数	深度进给量
_CDIR	整数	铣削方向（无符号输入） 值: 0同向铣削（主轴方向） 1逆向铣削 2用于G2（独立于主轴方向） 3用于G3
_VARI	整数	加工类型 个位数 值: 1粗加工 2精加工 十位数 值: 0使用G0垂直于槽中心 1使用G1垂直于槽中心 2沿螺旋状

其它参数用作选项。这些参数定义了用于连续加工的插入方式和重叠（无符号输入）。

_MIDA	实数	在平面的连续加工中作为数值的最大进给宽度
_AP1	实数	槽半径的毛坯尺寸
_AD	实数	距离参考平面的毛坯槽深尺寸

_RAD1	实数	插入时螺旋路径的半径（相当于刀具中心点路径）
_DP1	实数	沿螺旋路径插入时每转（360°）的插入深度

功能

此循环用于加工在平面中的圆形槽。精加工时要求使用端面铣刀。

深度进给始终从槽中心点开始并垂直执行；这样可以在此位置适当地进行预钻削。

- 铣削方向可以通过G命令（G2/G3）来定义，或者顺铣或逆铣方向由主轴方向决定。
- 对于连续加工，可以编程在平面中的最大进给宽度。
- 精加工余量始终用于槽底。
- 有两种不同的插入方式:
  -垂直于槽的中心
  -沿围绕槽中心的螺旋路径
- 平面中用于精加工的更短路径。
- 考虑平面中的毛坯轮廓和槽底的毛坯尺寸（允许最佳的槽加工）。
- 边缘加工时重新计算_MIDA。

工作流程

循环启动前到达位置:

起始位置可以是任意位置，只需从该位置出发可以无碰撞地回到返回平面的槽中心点。

粗加工时的动作顺序（VARI=X1）：

使用G0回到返回平面的槽中心点，然后再同样以G0回到安全间隙前的参考平面。随后根据所选的插入方式并考虑已编程的毛坯尺寸对槽进行加工。

精加工时的动作顺序:

从槽边缘开始精加工，直到到达槽底的精加工余量，然后对槽底进行精加工。如果其中某个精加工余量为零，则跳过此部分的精加工过程。

- 槽边缘精加工

  精加工槽边缘时，刀具只沿槽轮廓切削一次。

  精加工槽边缘时，路径包括一个到达拐角半径的四分之一圆。此路径的半径最大为2毫米，但如果空间较小，半径等于槽半径和铣刀半径的差。

使用G0在槽开口处朝槽中央执行深度进给，同时使用G0到达接近路径的起始点。

- 槽底精加工

  精加工槽底时，机床朝槽中央执行G0功能直至到达距离等于槽深+精加工余量+安全间隙处。从该点起，刀具始终垂直进行深度进给（因为具有副切削刃的刀具用于槽底的精加工）。

  槽底端面只加工一次。

插入方式:

参见POCKET3一章

考虑毛坯尺寸

连续加工槽时，可以考虑毛坯尺寸（如加工预制的零件时）

对于圆形槽，_AP1毛坯尺寸也是圆（半径小于槽半径）。

参见POCKET3，获得更多说明。

参数说明

对于参数_RTP、_RFP、_SDIS，参见CYCLE81。

对于参数_DP、_MID、_FAL、_FALD、_FFP1、_FFD、_CDIR、_MIDA、_AP1、_AD、_RAD1、_DP1，参见POCKET3。

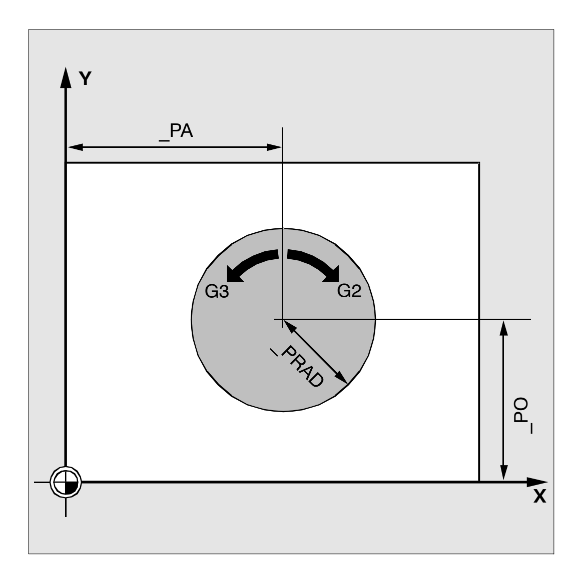


图 9-70

_PRAD（槽半径）

圆形槽的形状只是由半径决定的。

如果此半径小于有效刀具的刀具半径，循环将终止并且产生报警61105“刀具半径太大”。

_PA、_PO（槽中心点）

这些参数用来定义槽的中心点。圆形槽始终经过中心点测量。

_VARI（加工方式）

此参数_VARI用来定义加工类型。

允许值有:

个位数:

- 1=粗加工
- 2=精加工

十位数（进给）

- 0=使用G0垂直于槽中心
- 1=使用G1垂直于槽中心
- 2=沿螺旋路径

如果参数_VARI编程了其它的值，循环终止并产生报警61002“加工类型定义不正确”。

其它说明

循环调用前必须编程刀具补偿。否则，循环终止并产生报警61000“无有效的刀具补偿”。

在循环内部，使用了一个影响实际值显示的新的当前工件坐标系。此坐标系的零点位于槽中心点。

循环结束之后，原始的坐标系恢复有效。

编程举例: 圆形槽

使用此程序可以在YZ平面中加工一个圆形槽。中心点为Y50 Z50。深度的进给轴是X轴。未定义精加工余量和安全间隙。采用通常的铣削方式（逆铣）加工槽。沿螺旋路径进行进给。

使用半径为10毫米的铣刀。

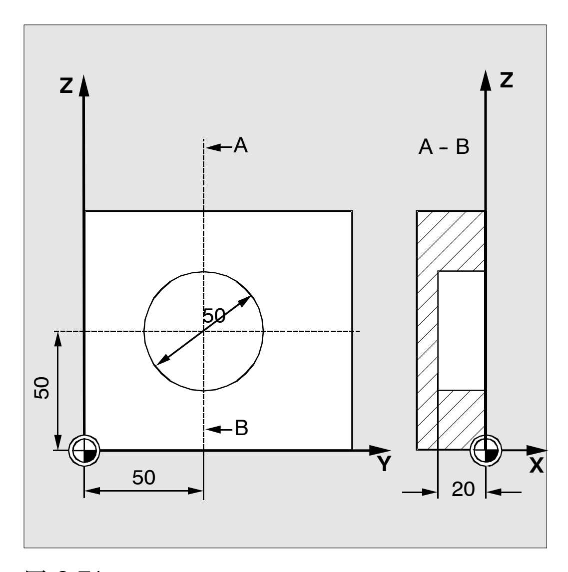


图 9-71

N10 G17 G90 G0 S650 M3 T1 D1	工艺值的规定
N20 X50 Y50	回到起始位置
N30 POCKET4(3, 0, 0, -20, 25, 50, 60, 6, 0, 0, 200, 100, 1, 21, 0, 0, 0, 2, 3)	循环调用 省略参数_FAL、_FALD
N40 M02	程序结束

9.6.11 螺纹铣削-CYCLE90

编程

CYCLE90 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DIATH, KDIAM, PIT, FFR, CDIR, TYPTH, CPA, CPO)

参数

表 9-24 CYCLE90的参数

RTP	实数	返回平面（绝对）
RFP	实数	参考平面（绝对值）
SDIS	实数	安全间隙（输入时不带正负号）
DP	实数	最后钻孔深度（绝对值）
DPR	实数	相对于参考平面的最后钻孔深度（输入时不带正负号）
DIATH	实数	额定直径，螺纹外直径
KDIAM	实数	中心直径，螺纹内直径

表 9-24 CYCLE90的参数

PIT	实数	螺纹螺距；范围值：0.001···2000.000毫米
FFR	实数	螺纹铣削进给率（无符号输入）
CDIR	整数	螺纹铣削时的旋转方向 值: 2（使用G2铣削螺纹） 3（使用G3铣削螺纹）
TYPTH	整数	螺纹类型 值: 0=内螺纹 1=外螺纹
CPA	实数	圆心，横坐标（绝对值）
CPO	实数	圆心，纵坐标（绝对值）

功能

使用CYCLE90，可以加工内螺纹或外螺纹。铣削螺纹的路径需要螺旋插补。加工时，需使用循环调用前定义的当前平面中的三个几何轴。

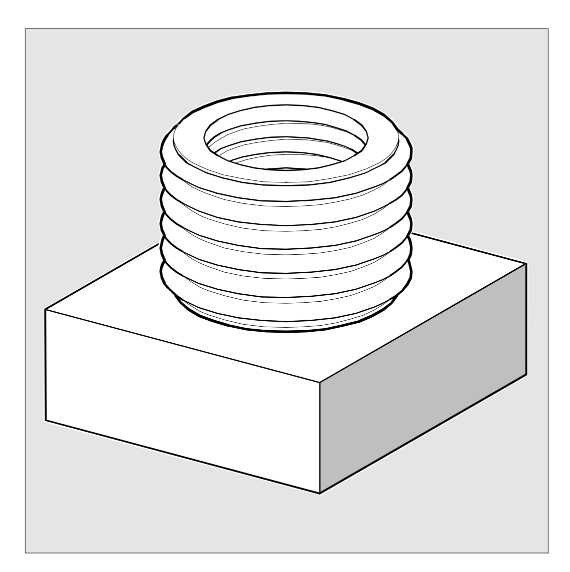


图 9-72

加工外螺纹的顺序

循环启动前到达位置:

起始点位置可以是任何位置，只要该起始点位于高度为返回平面的螺纹的外直径上，并且能无碰撞地到达。

使用G2铣削螺纹时，起始位置位于当前平面中正的横坐标和正的纵坐标内（即在坐标系的第一象限中）。使用G3铣削螺纹时，起始位置位移正的横坐标和负的纵坐标内（即在坐标系的第四象限中）。

距离螺纹直径的位移取决于螺纹的大小以及使用的刀具半径。

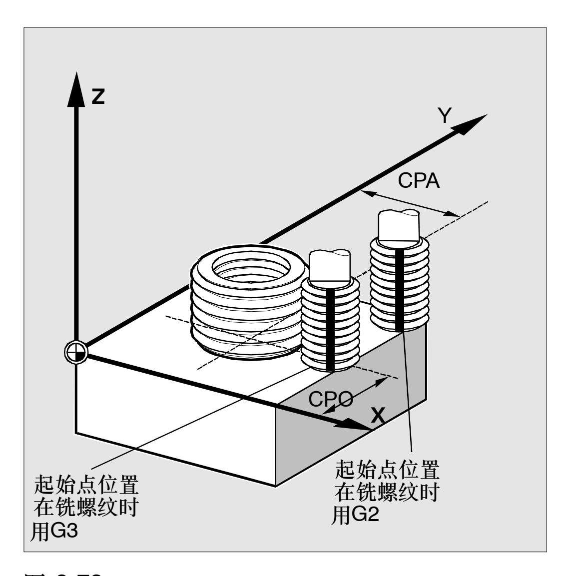


图 9-73

循环形成以下动作顺序:

- 使用G0将起始位置定位在当前平面中的返回平面的顶点。
- 使用G0进给到安全间隙前的参考平面。
- 按照CDIR下编程的G2/G3的反方向，沿圆弧路径移动到螺纹直径。
- 使用G2/G3以及FFR的进给率沿螺旋路径铣削螺纹。
- 按照G2/G3的反方向以及降低的FFR进给率沿圆弧路径返回。
- 使用G0退回到返回平面。

加工内螺纹时的操作顺序

循环启动前到达位置:

起始位置可以是任何位置，只要能够无碰撞地到达在返回平面顶点的螺纹圆心。

循环形成以下动作顺序:

- 使用G0定位在当前平面中位于返回平面顶点的中心点。
- 使用G0进给到安全间隙前的参考平面。
- 使用G1和降低的进给率FFR移动到循环内部计算的圆弧。
- 按照CDIR下编程的G2/G3方向，沿圆弧路径移动到螺纹直径
- 使用G2/G3以及FFR的进给率沿螺旋路径铣削螺纹。

- 按照相同的旋转方向以及降低的FFR进给率沿圆弧路径返回。
- 使用G0退回到螺纹的中心点。
- 使用G0退回到返回平面。

至下而上的螺纹

从技术上考虑，也可以加工出自下而上的螺纹。此时，返回平面RTP将位于螺纹深度DP后。

可以进行此加工，但是深度必须定义成绝对值，并且必须在循环调用前移到返回平面，或者移动到返回平面后的位置。

编程举例（至下而上螺纹）

螺纹的螺距为3毫米，起始点为-20，终点为0。返回平面位于8。

N10 G17 X100 Y100 S300 M3 T1 D1 F1000
N20 Z8
N30 CYCLE90(8, -20, 0, -60, 0, 46, 40, 3, 800, 3, 0, 50, 50)
N40 M2

钻孔深度必须至少为-21.5（一半螺距）。

螺纹长度超出

铣螺纹时，钻进/钻出动作在三个轴上完成。这会在钻出时导致沿垂直轴方向的附加行程，因此超出了编程的螺纹深度。

按以下方法计算超出的行程:

$$\Delta z = \frac{P}{4} * \frac{2*WR+RDIFF}{DIATH}$$

Δz	超出行程，内部
p	螺纹螺距
WR	刀具半径
DIATH	螺纹外直径
RDIFF	返回圆的半径差

对于内螺纹，RDIFF = DIATH/2 - WR，
对于外螺纹，RDIFF = DIATH/2 + WR。

参数说明

对于参数RTP、RFP、SDIS、DP、DPR，参见CYCLE81。

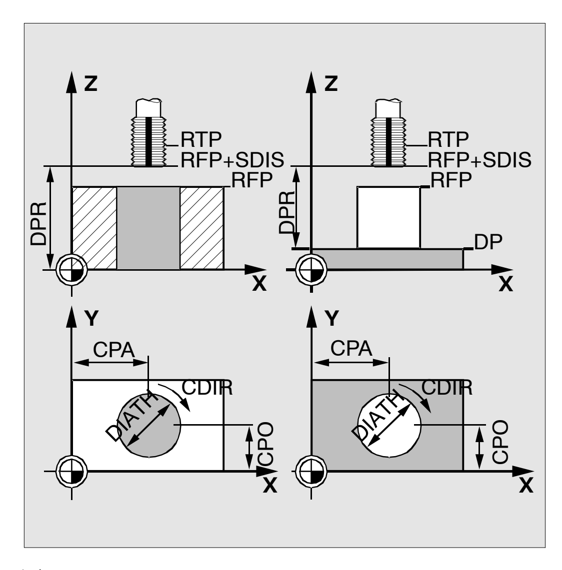


图 9-74

DIATH、KDIAM和PIT（额定/中心直径和螺纹螺距）

这些参数用于定义螺纹的额定直径，中心直径和螺距。DIATH参数定义螺纹的外直径，KDIAM定义螺纹的内直径。根据这些参数的定义，在循环内部产生钻进鉆出动作。

FFR（进给率）

FFR参数中定义的值为当前螺纹铣削的进给率值。铣螺旋式螺纹时，该进给率值仍然有效。

钻进/钻出时，该值会降低。螺旋路径完成后，使用G0返回。

CDIR（旋转方向）

此参数用于定义螺纹的加工方向。

如果该参数的值无效，则给出以下信息:

“铣削方向错误；G3当前有效”。

此时，循环继续且G3自动生效。

TYPTH（螺纹类型）

此参数TYPTH用于定义加工内螺纹或外螺纹。

CPA和CPO（中心点）

这些参数用于定义所钻孔的中心点或是螺纹所在的轴颈的中心点。

其它说明

在循环内部计算刀具半径。因此，循环调用之前必须编程刀具补偿。否则，将出现报警61000“无有效的刀具补偿”且循环终止。

如果刀具半径＝0或为负，仍然出现该报警且循环终止。

如果加工内螺纹，则监控刀具半径并出现报警61105“刀具半径太大”且循环终止。

编程举例：内螺纹

使用该程序，可以在G17平面内的点X60 Y50处加工一个内螺纹。

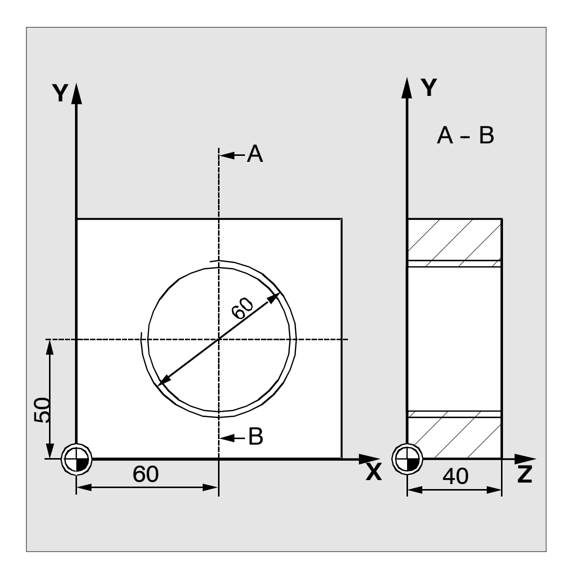


图 9-75

DEF REAL RTP=48, RFP=40, SDIS=5, DPR=40, DIATH=60, KDIAM=50 **DEF REAL PIT=2, FFR=500, CPA=60,CPO=50** **DEF INT CDIR=2, TYPTH=0**	变量的赋值
N10 G90 G0 G17 X0 Y0 Z80 S200 M3	回到起始位置
N20 T5 D1	工艺值的规定
N30 CYCLE90 (RTP, RFP, SDIS, DPR, DIATH, KDIAM, PIT, FFR, CDIR, TYPTH, CPA,CPO)	循环调用
N40 G0 G90 Z100	循环结束后到达的位置
N50 M02	程序结束

9.7 故障信息和故障处理

9.7.1 一般说明

如果在循环中发现故障条件，则产生报警且循环执行中断。

而且，循环在控制系统的信息栏中显示信息。这些信息不会中断程序的执行。

故障和反应以及信息栏中的信息都和各个循环有关。

9.7.2 循环中的故障处理

如果在循环中发现故障条件，则产生报警且循环执行中断。

循环中出现的报警号范围为从61000到62999之间。这些报警号按照报警响应和删除级依次重新划分。

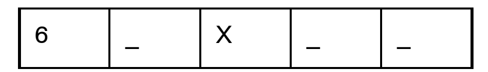
与报警号一起显示的故障文本可以提供更详细的有关故障原因的信息。

表 9-25

报警号	清除级	报警响应
61000 ... 61999	NC_RESET	NC中程序段预处理终止
62000 ... 62999	删除键	程序段预处理中断；报警清除后，使用NC START继续执行循环

9.7.3 循环报警概述

故障号按以下划分;



6	_	X	_	_

- X=0通用循环报警
- X=1由钻孔，钻孔图式和铣削循环产生的报警

下表列出了发生在循环中所有的故障和发生位置以及故障修复说明。

表 9-26

报警号	报警文本	来源	说明，修复
61000	“无有效的刀具补偿”	SLOT1 SLOT2 POCKET3 POCKET4 CYCLE71 CYCLE72	刀具补偿必须在循环调用前编程
61001	“无效的螺纹螺距”	CYCLE84 CYCLE840	检查参数中定义的螺纹尺寸或螺距是否冲突
61002	“加工方式定义不正确”	SLOT1 SLOT2 POCKET3 POCKET4 CYCLE71 CYCLE72	参数VARI中定义的加工方式的值不正确且必须修改
61003	“循环中未编程进给率”	CYCLE71 CYCLE72	关于进给率参数的值定义不正确必须修改
61009	“有效刀具号= 0”	CYCLE71 CYCLE72	循环调用前未编程刀具号
61010	“精加工余量太大”	CYCLE72	底部的精加工余量大于总深度；必须降低该值
61011	“比例不允许”	CYCLE71 CYCLE72	当前有效的比例系数不能用于此循环
61101	“参考平面定义不正确”	CYCLE71 CYCLE72 CYCLE81 到 CYCLE89 CYCLE840 SLOT1 SLOT2 POCKET3 POCKET4	深度的相对定义时必须为参考平面和返回平面选择不同的值，或者必须定义深度的绝对值。
61102	“未编程主轴方向”	CYCLE86 CYCLE88 CYCLE840 POCKET3 POCKET4	必须编程参数SDIR（或CYCLE840中的SDR）
61103	“孔的数量为零”	HOLES1 HOLES2	未编程孔的数量
61104	“槽/键槽的轮廓碰撞”	SLOT1 SLOT2	决定圆弧上槽/键槽位置和形状的参数对于铣削样式的定义不正确
61105	“刀具半径太大”	SLOT1 SLOT2 POCKET3 POCKET4	对于待加工的工件，所使用的刀具直径太大；使用半径较小的刀具或者修改轮廓
61106	“圆弧元素的数量或距离”	HOLES2 SLOT1 SLOT2	参数NUM或INDA定义不正确；圆弧中的元素布置不允许

表 9-26

报警号	报警文本	来源	说明，修复
61107	“首次钻削深度定义不正确”	CYCLE83	首次钻削深度和总钻削深度相矛盾
61108	“参数_RAD1和_DP1的值不允许”	POCKET3 POCKET4	确定深度进给路径的参数_RAD1和_DP1定义不正确
61109	“参数_CDIR定义不正确”	POCKET3 POCKET4	用于铣削方向的参数_CDIR值定义不正确必须修改
61110	“底部精加工余量大于深度进给量”	POCKET3 POCKET4	底部的精加工余量大于最大深度进给；减少精加工余量或增加深度进给量
61111	“进给宽度大于刀具直径”	CYCLE71 POCKET3 POCKET4	编程的进给宽度大于有效刀具的直径；必须降低进给宽度
61112	“刀具半径为负”	CYCLE72	有效刀具的半径不允许为负
61113	“用于拐角半径的参数_CRAD的值太大”	POCKET3	参数_CRAD的半径值太大，必须降低
61114	“加工方向G41/G42定义不正确”	CYCLE72	刀具半径路径补偿G41/G42的加工方向选择不正确
61115	“返回或出发方式（直线/圆/平面/空间）”定义不正确	CYCLE72	轮廓的返回或出发方式定义不正确；检查参数_AS1或_AS2
61116	“返回或出发路径=0”	CYCLE72	返回或出发路径的值为零；必须增大该值；检查参数_LP1或_LP2
61117	“有效刀具半径<= 0”	CYCLE71 POCKET3 POCKET4	有效的刀具半径为负或零；这是不允许的
61118	“长度或宽度= 0”	CYCLE71	需加工区域的长度和宽度值不允许；检查参数_LENG和_WID
61124	“未编程进给宽度”	CYCLE71	对于无刀具的模拟时，始终需要给进给宽度_MIDA参数赋值。
62100	“无有效的钻孔循环”	HOLES1 HOLES2	钻孔循环调用前没有模态调用钻孔循环

9.7.4 显示信息

循环在控制系统的信息栏中显示信息。这些信息不会中断程序的执行。

信息说明了循环的某一动作和加工过程并且通常保留到下一个加工步骤或循环结束。有以下可能信息:

表 9-27

信息内容	来源
“深度：按照相关的深度值”	CYCLE81...CYCLE89、CYCLE840
“槽正在加工”	SLOT1
“正在加工圆周槽”	SLOT2
“错误的铣削方向，G3有效”	SLOT1、SLOT2
“第一钻削深度：按照相对深度值”	CYCLE83

信息文本中的<号>始终表示当前正在加工的画面号。

索引

字母

A

B

C

D

F

G

H

J

K

T

X

Y

Z

SIEMENS AG

A&D MC MS1
Postfach 3180

D-91050 Erlangen

传真: +49 (0) 9131 98 - 63315 [文件]
mailto:docu.motioncontrol@siemens.com
http://www.siemens.com/automation/service&support

建议

更正

出版/手册:

SINUMERIK 802D sl

制造商文献

操作编程版本
铣削
订货号: 6FC5398-0CP10-2RA0
版本: 10/2006

此信来自

姓名 ______________________________

公司/部门

街道 ______________________________

地址: 城市: ______________________

电话: / ______________________

传真: /

当你阅读此刊物时若发现印刷错误,请在这张纸上通知我们。
欢迎提出改进建议。

建议和/或更正:

Siemens AG
Automation and Drives
Motion Control Systems
Postfach 3180，D 91050 Erlangen
Germany

www.ad.siemens.de

订货号：6FC5398-0CP10-1RA0

德国印刷